ОСНОВАНІЯ
МЕХАНИЧЕСКАГО
ЕСТЕСТВОИЗСЛѢДОВАНІЯ.

Егора Классена,

КОЛЛЕЖСКАГО АССЕССОРА И КАВАЛЕРА, ЧЛЕНА РАЗНЫХЪ УЧЕНЫХЪ ОБЩЕСТВЪ.

ЧАСТЬ I.

МОСКВА.

ВЪ ТИПОГРАФІИ А. СЕМЕНА,

при Императорской Медико-Хирургической Академіи.

1835.

ФИЗИКА

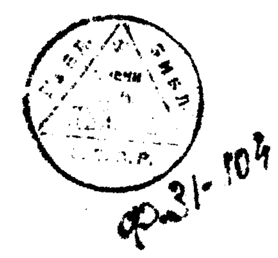
ВЪ ПРИЛОЖЕНІИ

КЪ ЗОДЧЕСТВУ.

Егора Классена,

КОЛЛЕЖСКАГО АССЕССОРА И КАВАЛЕРА, ЧЛЕНА РАЗНЫХЪ УЧЕНЫХЪ ОБЩЕСТВЪ.

ЧАСТЬ I.



МОСКВА.

ВЪ ТИПОГРАФІИ А. СЕМЕНА,

при Императорской Медико-Хирургической Академіи.

1835.

ПЕЧАТАТЬ ПОЗВОЛЯЕТСЯ

съ тѣмъ, чтобы по отпечатаніи представлены были въ Цензурный Комитетъ *три* экземпляра. Москва, Апрѣля 29 дня 1835 года.

Цензоръ Д. Перевощиковъ.

ИМПЕРАТОРСКОЙ

Академіи Художествъ,

СЪ ГЛУБОЧАЙШИМЪ ПОЧТЕНІЕМЪ

ПОСВЯЩАЕТЪ

Сочинитель.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.

Предисловіе.

Если множество книгъ, написанныхъ объ какой-либо наукѣ и не служитъ доказательствомъ, что и самая наука идетъ въ содержаніи къ тѣмъ книгамъ впередъ; но мнѣ кажется, что каждое новое сочиненіе должно быть почтено за пріятное явленіе, свидѣтельствующее о благородномъ стремленіи человѣка содѣйствовать къ усовершенію нашихъ познаній. И это усовершеніе можетъ дѣйствительно послѣдовать или отъ созерцанія предмета съ разныхъ точекъ зрѣнія, или отъ дополненія его новыми изысканіями, или отъ удачнаго приложенія онаго къ практической жизни въ техническомъ или нравственномъ отношеніи.

Наука о природѣ, во всемъ объемѣ ея, есть одна изъ обширнѣйшихъ наукъ. Кто посвятилъ себя преимущественно одному ея предмету, тотъ можетъ заниматься всѣми ея отдѣлами; на что нужна однако же цѣлая жизнь человѣческая, и той едва ли достаточно. Но есть много людей, не могущихъ посвятить себя исключительно изслѣдованію законовъ природы, но не менѣе того встрѣчающихъ необходимость знать ту или другую часть Физики, относящуюся преимущественно къ предметамъ ихъ занятій. Писать курсы для сихъ людей, соотвѣтственно ихъ требованію, значитъ—содѣйствовать всеобщему просвѣщенію народа.

Можетъ быть иному покажется сія мысль, по первому обсужденію, ложною или даже дерзкою въ отноше-

ніи ко всеобъемлющимъ занятіямъ Физико-Математическихъ факультетовъ, изливающихъ свѣтъ на природу обильнымъ потокомъ, а не мѣлкими струями. Но большому кораблю и плаваніе большое. Прежде чѣмъ строгій критикъ осудитъ меня, предлагаю ему примѣръ самой природы, изливающей воды свои въ океаны, рѣки, ручейки и источники. Нѣтъ сомнѣнія, что каждому человѣку нужна вода, но каждому ли изъ нихъ нуженъ океанъ? Не довольствуется ли иной ручейкомъ на всю жизнь свою? Не полезнѣе ли для иного одна какая-либо рѣка вмѣсто всѣхъ прочихъ рѣкъ и океановъ земнаго шара? Между тѣмъ есть люди, которые пользуются всѣми водяными сообщеніями, и которымъ еще недостаточно сихъ сообщеній! Точно такъ и съ науками. Академикъ обнимаетъ весь свой предметъ; ибо онъ не ограниченъ временемъ; Профессору уже поставлены предѣлы срокомъ курса; учителю — срокомъ курса и познаніемъ учащагося. — Могутъ ли всѣ они распространяться одинаково о своемъ предметѣ, хотя бы и знали его одинаково? — Но перейдемъ теперь къ самимъ учащимся: нужна-ли воину Геологія? нужны-ли — Зодчему кристаллизація, ремесленнику Физическая Астрономія, земледѣльцу Акустика? — Но нѣтъ никакого сомнѣнія въ томъ, что каждому изъ нихъ необходимо нужно знать что либо изъ законовъ природы. И это *что либо* опредѣляетъ курсы; назначаетъ ихъ главные и вспомогательные предметы; краткость ихъ или подробность; требуетъ математическихъ и философскихъ доводовъ, или историческаго изложенія. А по этому каждый классъ народа, каждое сословіе сихъ классовъ, не имѣя возможности руководствоваться однимъ общимъ курсомъ, требуютъ особыхъ курсовъ, для нихъ собственно составленныхъ. — Вотъ причина,

побудившая меня написать курсъ Физики съ приложеніемъ къ Зодчеству.

Изложивъ здѣсь причину появленія моего курса въ свѣтъ, я предполагаю что меня не станутъ обвинять въ упущеніи изъ виду того или другаго предмета, того или другаго опыта; ибо полный курсъ не соотвѣтствовалъ бы предположенной мною цѣли. Вопросъ: полезна ли зодчему вообще Физика? принадлежитъ уже давно къ числу рѣшеныхъ; развѣ какой либо только невѣжда могъ бы сомнѣваться въ пользѣ Физики; но мы живемъ въ вѣкѣ просвѣщенія, и потому не можемъ опасаться подобной встрѣчи.

Недостатки въ предлагаемомъ мною Почтеннѣйшей Публикѣ курсѣ, происшедшіе не отъ цѣли сочиненія, а отъ меня собственно, да простятъ мнѣ просвѣщенные читатели снисходя къ тому, что опытъ сей приложенія науки къ художеству есть еще первый. Благосклонное сужденіе Гг. рецензентовъ объ изданномъ мною въ прошломъ году курсѣ Технической Механики ласкаетъ меня надеждою, что я не заслужу укоризны за этотъ новый трудъ, на который я употребилъ если не болѣе, то по крайней мѣрѣ нисколько не менѣе вниманія, нежели на первый.

Е. КЛАССЕНЪ.

ВВЕДЕНІЕ.

§ 1.

Всѣ ученые розысканія о частныхъ и общихъ явленіяхъ міра составляютъ науку всеобщаго естествознанія, или универсальную Физику. Универсальная Физика заключаетъ въ себѣ два главные отдѣла: историческій, или естествоописаніе; и догматическій, или естествоизслѣдованіе.

§ 2.

Цѣль естествоописанія состоитъ въ томъ, чтобы излагать видимые признаки предметовъ въ природѣ, и сообразно тѣмъ признакамъ производить классификацію оныхъ, раздѣляя ихъ на роды, виды и пр. Естествоописаніе раздѣляется на Минералогію, Ботанику и Зоологію; сіе раздѣленіе основано на различіи между неорганическихъ и органическихъ тѣлъ, и на раздѣленіи послѣднихъ на растенія и животные.

§ 3.

Естествоизслѣдованіе занимается розысканіемъ силъ природы, или законовъ, по коимъ происхо-

дятъ всѣ перемѣны въ видимомъ мірѣ. Но такъ какъ прежде надлежитъ познавать силы природы отдѣльно одну отъ другой, и потомъ уже обращать вниманіе на общую связь всѣхъ явленій въ оной, то посему естествоизслѣдованіе раздѣляется на теоретическое и прикладное.

§ 4.

Теоретическое естествоизслѣдованіе разсматриваетъ силы природы, дѣйствующія на тѣла неорганическіе и органическіе, почему оно раздѣляется на естествоизслѣдованіе неорганическихъ тѣлъ, и естествоизслѣдованіе органическихъ тѣлъ.

§ 5.

Всѣ перемѣны, замѣчаемыя нами въ неорганической природѣ, раздѣляются на два рода. Онѣ суть или измѣненія внѣшняго состоянія тѣлъ, или измѣненія внутренняго состава ихъ. Въ первомъ случаѣ онѣ составляютъ предметъ механическаго естествоизслѣдованія, или собственно Физику, въ тѣсномъ смыслѣ онаго слова; а въ послѣднемъ предметъ химическаго естествоизслѣдованія, или Химію неорганическихъ тѣлъ.

§ 6.

Органическіе явленія зависятъ отъ высшаго рода силъ, донынѣ еще весьма мало раскрытыхъ. Естествоизслѣдованіе органическихъ тѣлъ содержитъ въ себѣ механическую часть, или Анатомію органическихъ тѣлъ; химическую, или Химію органи-

ческихъ тѣлъ; и особенную, объясняющую, или Физіологію органическихъ тѣлъ.

§ 7.

Прикладное естествоизслѣдованіе разсматриваетъ въ одной общей связи всѣ явленія природы на земномъ шарѣ, или всѣ таковые явленія внѣ онаго; въ первомъ отношеніи оно составляетъ Физическую Географію, а въ послѣднемъ Физическую Астрономію. Многіе присовокупляютъ къ сему еще третью часть, Исторію природы, подъ именемъ Геогоніи, или Геологіи; но все, преподаваемое подъ симъ заглавіемъ, состоитъ изъ немногихъ и весьма недостаточныхъ отрывковъ.

§ 8.

Механическое и химическое естествоизслѣдованіе могутъ, кромѣ сего, приложены быть къ искусствамъ, художествамъ и ремесламъ; въ такомъ случаѣ они составляютъ Техническую Физику и Техническую Химію.

§ 9.

Техническая Физика имѣетъ предметомъ, въ слѣдъ за изложеніемъ законовъ природы, показывать вліяніе оныхъ законовъ на удачу или неудачу нашихъ занятій при устроеніи нашего благосостоянія, состоящаго въ доставленіи себѣ удобства, удовольствія, охраненія жизни и проч.

§ 10.

Механическое естествоизслѣдованіе въ главныхъ своихъ частяхъ можетъ почитаться почти совершенно математическимъ, такъ какъ и вообще каждая часть естествоизслѣдованія тѣмъ тѣснѣе совокупляется съ Математикою, чѣмъ глубже проникаетъ она законы природы. Но поелику строгое математическое преподаваніе замедляетъ ходъ первоначальнаго ученія, то оное замѣняется во всѣхъ возможныхъ случаяхъ опытами; то есть: представляютъ исторически тѣ результаты, кои найдены математическимъ умозрѣніемъ, и подтверждаютъ оные опытами. Отъ сего произошло названіе опытной Физики. Полное-же изложеніе математическихъ теорій предоставлено прикладной Математикѣ, объемлющей Механическія и Оптическія науки.

§ 11.

Предметъ собственно механическаго естествоизслѣдованія состоитъ въ объясненіи внѣшняго состоянія неорганическихъ тѣлъ, или, подробнѣе сказать, въ объясненіи явленій покоя и движенія, усматриваемыхъ нами въ вещественномъ мірѣ.

§ 12.

Объясненія законовъ природы достигаемъ мы посредствомъ опыта, наблюденія и разсужденія. Опытъ доставляетъ намъ самыя явленія, а наблюденіе руководитъ къ выводу изъ оныхъ слѣдствій.

Посредствомъ разсужденія мы извлекаемъ изъ того и другаго результаты и приводимъ ихъ въ порядокъ по естественной ихъ связи между собою.

§ 13.

Дабы выводить изъ наблюденій результаты несомнѣнные, надлежитъ приступать къ первымъ безъ всякаго предубѣжденія въ пользу какого-либо мнѣнія. Ибо иначе весьма часто будемъ воображать себѣ, что видѣли то собственно, что желали видѣть; и вовсе не замѣтимъ того, что противорѣчитъ собственному нашему, или любимому нами мнѣнію.

Примѣчаніе. Къ несчастію, мы имѣемъ уже много курсовъ, составленныхъ большею частію по одному только умозрѣнію. Но курсы сіи не суть плоды математиковъ, привыкшихъ требовать на каждую теорему доказательства.

§ 14.

Мы употребляемъ иногда, для объясненія какого-либо явленія, предположеніе, котораго мы изъ опыта никакъ вывести не могли; но таковые предположенія или гипотезы ведутъ къ воззрѣнію на природу, но не къ прозрѣнію въ тайны ея законовъ. Примѣромъ такихъ гипотезъ приведемъ здѣсь принятіе двухъ электрическихъ матерій, матеріи магнитной и проч.

§ 15.

Хотя каждая гипотеза служитъ только мнимымъ объясненіемъ предмета, но иногда приноситъ

оная значительную пользу, приготовляя истинное объясненіе. Въ каждомъ случаѣ хорошая гипотеза служитъ намъ способомъ подводить различные явленія подъ одно общее обозрѣніе, облегчающее намъ дальнѣйшее соображеніе предмета. Осторожное употребленіе гипотезъ служило не разъ поводомъ къ важнымъ открытіямъ. Но при употребленіи гипотезы необходимы слѣдующіе условія: 1) Она должна быть достаточна для объясненія того предмета, для коего была придумана, а посему никакъ не можетъ употреблять для сего вспомогательныхъ гипотезъ. 2) Она не должна противорѣчить факту, или дознанному закону природы. 3) Она должна отличаться простотою и аналогіею съ дознанными законами природы.

ОСНОВАНІЯ

МЕХАНИЧЕСКАГО ЕСТЕСТВОИЗСЛѢДОВАНІЯ.

Глава I.

ТѢЛА ВООБЩЕ.

Обзоръ качествъ, свойственныхъ всѣмъ тѣламъ.

§ 16.

Всѣ тѣ явленія, о коихъ свидѣтельствуютъ намъ наши чувства какъ о находящихся внѣ насъ, суть или дѣйствительныя вещи, называемыя нами тѣлами, или только перемѣны, въ тѣхъ тѣлахъ происходящія.

Поелику изъ всѣхъ нашихъ чувствъ одно только осязаніе даетъ намъ непосредственно полное понятіе о существованіи тѣла, слѣдовательно, *тѣломъ называется все то, что осязаемо.*

§ 17.

Тѣла имѣютъ нѣкоторые всѣмъ имъ общіе свойства, а именно: всѣ тѣла имѣютъ *протяженіе* въ длину, ширину и толщину. Каждое тѣло имѣетъ

опредѣленный *видъ или форму*, хотя сія форма и подвержена измѣненію при тѣлахъ капельножидкихъ и воздухообразныхъ. Каждое тѣло имѣетъ опредѣленную *величину*, или занимаетъ извѣстное пространство, называемое объемомъ его. Каждое тѣло *дѣлимо*: но здѣсь должно различать геометрическую и физическую дѣлимость. Первая безпредѣльна, но послѣдняя, не смотря на то, что она доведена посредствомъ силъ природы и искусства до невѣроятности, необходимо должна имѣть свои предѣлы; по крайней мѣрѣ въ отношеніи къ возможности человѣческой, производить раздѣленіе тѣлъ на такія частицы, какія мы свободно находимъ посредствомъ Геометріи.

§ 18.

Тѣло называется *непроницаемымъ*, поелику въ пространствѣ, имъ занятомъ, не можетъ находиться другое тѣло. Непроницаемость содѣлываетъ тѣла осязаемыми, а потому она и должна быть общимъ свойствомъ тѣлъ, особенно въ отношеніи къ нашему тѣлу.

Но въ отношеніи къ другимъ тѣламъ она содѣлывается условною, а именно: 1) непроницаемость свойственна всѣмъ тѣламъ совершенно однороднымъ, какіе-бы они ни были, твердые, капельно-жидкіе или воздухообразные; 2) она свойственна каждымъ двумъ твердымъ тѣламъ, доколѣ они остаются въ семъ видѣ, хотя-бы и разнородные были; 3) она свойственна твердому тѣ-

лу и жидкому (хотя-бы сіе послѣднее было капельножидкое, или воздухообразное) доколѣ твердое остается твердымъ; и наконецъ 4) непроницаемость свойственна нашему тѣлу въ отношеніи ко всѣмъ осязаемымъ тѣламъ.

Напротивъ того она дѣлается сомнительною при смѣшеніи двухъ жидкихъ (капельножидкихъ или воздухообразныхъ) тѣлъ; также при твердомъ тѣлѣ и жидкомъ, изъ коихъ первое растворяется во второмъ. Здѣсь подразумѣвается однакоже совершенно равномѣрное смѣшеніе двухъ тѣлъ во всѣхъ своихъ частяхъ, а не случайная смѣсь оныхъ.

§ 19.

Тяготѣніе и *движимость* хотя и не составляютъ условій осязаемости тѣлъ, но опытъ показываетъ, что онѣ свойственны всѣмъ осязаемымъ тѣламъ безъ исключенія. Ниже сего будетъ подробнѣе говорено о сихъ двухъ свойствахъ тѣлъ, какъ о важнѣйшихъ предметахъ механическаго естествоизслѣдованія.

§ 20.

Разширимость тѣлъ или способность занимать большее пространство, и *сжимаемость* или способность занимать меньшее пространство одною и тою-же массою, суть общіе свойства всѣхъ осязаемыхъ тѣлъ.

§ 21.

Многіе писатели причисляютъ еще къ общимъ свойствамъ тѣлъ *упругость* ихъ и *скважинность*

подразумѣвая подъ первою стремленіе тѣлъ удерживать свою форму, или занятое ими пространство, а подъ послѣднею неплотность соединенія между собою частицъ, составляющихъ всю массу тѣла.

Но упругость, при строгомъ разсматриваніи тѣлъ, содѣлывается въ иныхъ случаяхъ весьма сомнительною, ибо ее смѣшиваютъ съ разширимостію; а доказательства относительно скважинности должны быть выведены изъ плотности тѣлъ; плотность-же тѣлъ есть только слѣдствіе большей или меньшей степени разширимости и сжимаемости оныхъ.

§ 22.

Все вышесказанное относится къ осязаемымъ тѣламъ. Но чѣмъ болѣе мы постигаемъ природу, тѣмъ болѣе бываемъ вынуждены признавать и существо *матерій неосязаемыхъ*. Многіе новѣйшіе испытатели природы полагаютъ, что сіи матеріи не имѣютъ тяжести и суть проницаемы, почему и назвали ихъ матеріями невѣсомыми; и, кромѣ принадлежащихъ каждой матеріи особыхъ свойствъ, принимаютъ въ число общихъ свойствъ ихъ разширеніе и движимость. Нѣкоторые-же хотя и допускаютъ тяжесть и непроницаемость, но неизмѣримую для насъ, а потому и сіи послѣдніе согласны съ первыми въ наименованіи сихъ матерій невѣсомыми. Оныя матеріи суть: *теплотворная*, *электрическая*, *магнитная* и *свѣтовая*.

Сцѣпленіе частей тѣлъ между собою.

§ 23.

Подъ сцѣпленіемъ частей каждаго тѣла, должно разумѣть связь или образъ соединенія тѣхъ частей между собою. Тѣла бываютъ *твердые* и *жидкіе*. Твердое тѣло есть такое, коего части сцѣплены между собою значительною силою, такъ что ихъ трудно раздѣлить между собою, или сдвинуть однѣ съ другихъ. Отъ сего свойства твердые тѣла имѣютъ постоянную форму. Жидкимъ называется всякое такое тѣло, коего части такъ слабо соединены между собою, что ихъ весьма легко раздѣлить или передвинуть можно. Посему жидкіе тѣла не имѣютъ постоянной формы, ибо оная зависитъ всегда отъ формы сосуда, или пространства, въ коемъ они вмѣщаются. Но въ числѣ всѣхъ жидкихъ тѣлъ, должно различать два рода оныхъ: къ первымъ относятся тѣ, кои не оказываютъ ни малѣйшаго стремленія расширяться, и раздѣляются въ частяхъ своихъ весьма легко каплями; сіи суть *капельножидкіе* тѣла. Ко вторымъ принадлежатъ тѣ, кои безпрестанно стремятся къ расширенію, то-есть, къ занятію большаго пространства, посредствомъ разрѣженія своихъ частей; сіи тѣла называются *разширимыми* или *воздухообразными*.

И такъ твердость, капельножидкость и расширимость, суть три вида сцѣпленія тѣлъ.

§ 24.

Иные тѣла могутъ приведены быть силами природы и искусства во всѣ три вида сцѣпленія. Въ наукѣ естествоизслѣдованія извѣстны два средства измѣнять сіи виды; они суть: теплота и сила химическаго смѣшенія (сродства). Такъ напримѣръ вода является въ видѣ твердаго тѣла — льдомъ; въ видѣ расширимаго тѣла—парами; здѣсь средствомъ видоизмѣненія будетъ теплота. Но та-же вода, смѣшанная съ извѣстью, превращается въ твердое тѣло по силѣ химической. Можно думать, что сія разность видовъ сцѣпленія тѣлъ происходитъ отъ дѣйствія на нихъ *расширительной* и *сжимательной* силы, предположенныхъ въ природѣ по самымъ явленіямъ. Предполагаютъ, что при твердыхъ тѣлахъ перевѣшиваетъ сила сжимательная, въ воздухообразныхъ—расширительная, а въ капельножидкихъ онѣ находятся въ равновѣсіи.

§ 25.

Каждый видъ сцѣпленія тѣлъ можетъ быть двоякій: *механигескій* или *химигескій*. Механическимъ называется такое сцѣпленіе, въ коемъ части, тѣло составляющія, соединены между собою однѣми своими поверхностями, какъ наприм. гранитъ, въ коемъ мы весьма легко можемъ различить сіи части, какъ-то кварцъ, слюдву, полевой шпатъ

и проч. Сіе сцѣпленіе называется простымъ притяженіемъ тѣлъ.

Тѣло, составившееся механическимъ образомъ, можно также и раздѣлить на составныя части механически; то-есть силою, превосходящею ту, чрезъ которую онѣ соединились. Въ химическомъ-же сцѣпленіи составныя разнородныя части перемѣшиваются между собою такъ, что составляютъ тѣло совершенно однородное, даже и въ самыхъ мѣльчайшихъ частяхъ своихъ; какъ наприм. селитра, состоящая изъ кали и селитряной кислоты. Таковое явленіе именуется *химическимъ притяженіемъ* или *сродствомъ тѣлъ*. Тѣла, соединившіеся химически, должны быть и разлагаемы на составныя свои части такимъ-же образомъ.

§ 26.

Химическое притяженіе можетъ существовать только между тѣлами разнородными, при непосредственномъ ихъ прикосновеніи между собою. Почти всѣ тѣла, донынѣ опытамъ подвергавшіеся, составлены изъ разнородныхъ частей (наприм. киноварь изъ ртутной осадки и сѣры), которыя называются *составными* ихъ *частями* или *началами*, для различія отъ частей просто; ибо подъ первыми разумѣется различное качество или свойство ихъ, а подъ послѣдними только количество или величина. Иногда одна изъ составныхъ частей тѣла, можетъ разложена быть еще на отдаленныя составныя части (наприм. ртутная осадка на ртуть

и оксигенъ); но всегда химикъ доходитъ наконецъ до того, что отдаленнѣйшія составныя части тѣлъ не разлагаются болѣе; потому-ли, что онѣ уже неразлагаемы, или потому, что онъ не знаетъ еще средствъ къ дальнѣйшему ихъ разложенію; это вопросъ нерѣшенный. Сіи уже далѣе не разлагаемыя части называются *основными составными гастями.* На химическое разложеніе тѣлъ имѣютъ значительное вліяніе теплота, свѣтъ и электричество.

Примѣганіе. Сіе объясненіе разложенія тѣлъ хотя и принадлежитъ уже къ Химіи собственно, но поелику оно необходимо для уразумѣнія нѣкоторыхъ опытовъ въ Физикѣ, то и помѣщено здѣсь въ возможномъ сокращеніи.

Математическіе понятія о движеніи.

§ 27.

Часть пространства, занимаемая какимъ-либо тѣломъ, линіею или точкою, называется *мѣстомъ* того тѣла, линіи или точки. Пребываніе на томъ мѣстѣ именуется *покоемъ*, перемѣна того мѣста *движеніемъ.*

§ 28.

Пространство, пробѣгаемое движущимся предметомъ, названо *путемъ* его, а поспѣшность его движенія на семъ пути—*скоростію.* Поелику-же при бо́льшей скорости или поспѣшности движущійся

предметъ пройдетъ и бо́льшее пространство, а при ме́ньшей скорости ме́ньшее пространство, то слѣдовательно мѣрою сей скорости можетъ быть только путь, пройденный движущимся тѣломъ въ какую-либо единицу времени, употребленнаго на движеніе. Напримѣръ, если движущееся тѣло, сохраняя всегда одинаковую скорость, прошло въ 3 секунды 6 саженъ, то, принимая за единицу времени секунду, найдемъ скорость онаго тѣла равную 2 саженямъ.

Если движущійся предметъ есть точка, то путь его изобразится линіею, и движеніе будетъ *прямолинейное* или *криволинейное*, смотря по направленію пути предмета.

§ 29.

Движеніе называется *непрерывнымъ*, когда оно постоянно продолжается, и напротивъ *прерывнымъ* или *періодическимъ*, когда движущееся тѣло переходитъ постепенно изъ движенія въ покой и изъ покоя опять въ движеніе. Примѣромъ сего движенія послужитъ часовая стрѣлка.

Если постоянно движущаяся точка, пробѣгаетъ въ равныя времена равные пути, то ея движеніе называется *равномѣрнымъ*; если-же пути, пройденные ею въ равныя времена, не равны между собою, то оно именуется *неравномѣрнымъ*, и можетъ быть *ускореннымъ* или *умедленнымъ*, смотря потому, постепенно-ли скорѣе или медленнѣе пробѣгаетъ движущаяся точка равные пути.

Теорія равномѣрнаго движенія.

§ 30.

Теорія движенія есть ничто иное, какъ опредѣленіе связи и отношенія между временемъ, путемъ и скоростію. При равномѣрномъ движеніи связь сія выражается слѣдующимъ закономъ: *Путь равномѣрно движущейся точки пропорціоналенъ времени движенія*, и потому найдется, если помножимъ скорость на время, употребленное для движенія.

Ибо такъ какъ путь, пройденный точкою въ единицу времени, опредѣляетъ мѣру его скорости, то слѣдовательно точка сія пройдетъ столько равныхъ такихъ путей, сколько пройдетъ единицъ времени въ продолженіе ея движенія; а посему путь долженъ всегда увеличиваться пропорціонально времени.

Изъ сего можно ясно усмотрѣть, что, при равномѣрномъ движеніи, время, путь и скорость такъ между собою содержатся, что по двумъ величинамъ можно всегда опредѣлить третью. Для объясненія сего положимъ, что $t =$ времени, $s =$ пути, $c =$ скорости, то изъ вышеозначеннаго положенія составится слѣдующее уравненіе: 1) $s = ct$; а изъ сего 2) $t = \frac{s}{c}$ и 3) $c = \frac{s}{t}$.

Сложное движеніе.

§ 31.

Если какая-либо точка на линіи ab (ф. 1.) двигается равномѣрно отъ a къ b, то во время движенія сей точки можетъ и самая линія ab имѣть движеніе въ поверхности abec; сіе есть второе движеніе для точки. Но означенная поверхность можетъ сама двигаться въ пространствѣ bh (свойственномъ тѣламъ); сіе есть третье движеніе для той-же точки; пространство-же bh можетъ двигаться еще въ бо́льшемъ какомъ-либо пространствѣ, наприм., по направленію fi; сіе есть четвертое движеніе для той-же точки, и т. д. И въ этомъ отношеніи точка можетъ имѣть множество движеній. ф. 1.

Но движеніе сей точки можно разсматривать и въ отношеніи къ одному только какому-либо изъ упомянутыхъ пространствъ; то-есть, можно спросить: 1) какъ движется точка сія въ отношеніи къ одной только линіи ab? 2) какъ движется точка сія въ отношеніи къ поверхности abec? 3) какъ она движется въ отношеніи къ пространству bh, чрезъ соединеніе трояkaго своего движенія? и т. д.

Посему движеніе означенной точки называютъ иногда *настоящимъ*, иногда-же только *относительнымъ*. А именно: если мы представимъ себѣ линію ab неподвижною, то движеніе точки по сей линіи будетъ настоящимъ; если-же предположимъ,

что линія ab движется, но поверхность abec неподвижна; то движеніе точки въ сей поверхности будетъ настоящимъ, а движеніе оной по линіи ab только относительнымъ.

§ 32.

ф. 2. Если мы приложимъ движущейся точкѣ a (ф. 2.) два движенія, но оба въ направленіи одной и той-же линіи, то есть: первое будетъ движеніе точки a, по линіи ab, а второе—движеніе самой линіи ab, по ея собственному направленію, то легко удостовѣримся въ вѣрности слѣдующихъ положеній.

1) *Если скорости обоихъ движеній равны, но противуположны, то онѣ взаимно уничтожаются и точка находится въ покоѣ.*

2) *Если скорости неравны, но противуположны, то точка будетъ двигаться въ сторону бо́льшаго движенія, и ея настоящее движеніе равно будетъ разности сихъ обоихъ относительныхъ движеній.*

3) *Будутъ-ли скорости равны или неравны, но когда оба движенія совершаются въ одну сторону, то и точка будетъ двигаться въ ту-же сторону, со̂ скоростію, равною суммѣ обѣихъ тѣхъ скоростей.*

Чтобы убѣдиться въ истинѣ возмемъ послѣднее положеніе, въ коемъ оба движенія совершаются въ одну сторону, и назовемъ ихъ положительными. Пусть скорость, непосредственно точкѣ a принад-

лежащая, будетъ $ab = + C$, то точка сія во время t пройдетъ путь Ct (§ 30). Но сей путь самъ также движется и потому-же направленію, со скоростію $ac = + c$, то каждая точка его пройдетъ во время t путь ct. И такъ точка имѣетъ для себя путь Ct, но вмѣстѣ съ движущеюся линіею путь $Ct + ct = (C + c).\ t$. Если раздѣлимъ сей результатъ на время t, то частное покажетъ настоящую скорость движущейся точки. Если назовемъ сію скорость v, то $v = C + c = ab + ac$, или $= ad$, если $bd = ac$. Если пожелаемъ разсмотрѣть первый случай, то должно будетъ положить $c = - C$. При второмъ случаѣ достаточно будетъ одну изъ двухъ скоростей поставить отрицательною. При третьемъ случаѣ надлежитъ разсматривать уравненіе $v = C + c$, безъ всякой перемѣны въ ономъ.

§ 33.

Если мы точкѣ, находящейся въ a (ф. 3.), припишемъ два движенія со скоростями ab и ac по направленію сихъ самыхъ линій, представляющихъ оныя скорости, то точка будетъ двигаться по діагоналу ad, параллелограмма $abcd$, составленнаго изъ линій ab и ac; а величина діагонала сего представитъ скорость, съ какою точка двигаться будетъ равномѣрно по направленію онаго. ф. 3.

Доказательство. Подвижной, въ a находящейся точкѣ приложить обѣ скорости ab и ac значитъ: принять, согласно § 31, что оная движется по

линіи ab, во время равное 1, равномѣрно отъ a къ b; но во время сего движенія движутся также и всѣ точки линіи ab параллельно съ линіею ac и равномѣрно, и въ каждое время, равное 1, проходятъ путь, равный ac.

Если очертимъ теперь параллелограммъ сихъ точекъ, то ясно представится намъ, что движущаяся точка въ концѣ единичнаго времени, употребленнаго ею для движенія, будетъ находиться въ d; ибо она прошла всю линію ab и находится въ b, но сія линія въ то-же самое время пришла въ положеніе cd; слѣдовательно b уже находится въ d.

Что движущаяся точка находиться будетъ во всякое время на діагоналѣ, доказывается слѣдующимъ образомъ: положимъ, что движущаяся точка прошла по линіи ab только до e, почему проведемъ изъ e линію eg, параллельную ac, а чрезъ f, то-есть, точку сѣченія діагонала съ eg, линію hi, параллельную ab, то будетъ ae : ab = af : ad = ah : ae. Поелику-же при равномѣрномъ движеніи пройденные пространства содержатся между собою такъ, какъ времена, то, между тѣмъ какъ движущаяся точка прошла отъ a до e, всѣ точки линіи ab отложили за собою путь = ah = ef = bi; то-есть: точка e находится на діагоналѣ въ f. А какъ af : ad такъ, какъ ae : ab, или какъ время, употребленное на движеніе, то слѣдовательно и движеніе по діагоналу есть равномѣрное.

§ 34.

Сущность дѣла не перемѣнится, если мы скажемъ, что движущаяся точка имѣетъ оба движенія ab и ac, или одно только ad.

И такъ не только что каждые два движенія можно совокупить въ одно, но и обратно, каждое одно движеніе разложить на два. Въ послѣднемъ случаѣ предстоитъ еще и самая свобода избрать направленія ab и ac произвольно; но только должны они находиться непремѣнно по разнымъ сторонамъ ad и составлять общій уголъ между собою менѣе двухъ прямыхъ угловъ.

Сіе докажется составленіемъ произвольныхъ параллелограммовъ, въ коихъ будетъ діагоналомъ одна и та-же ad.

Примѣчаніе. Надлежитъ еще замѣтить, что всѣ встрѣчающіяся задачи, въ коихъ два движенія составляются въ одно, могутъ разрѣшены быть однимъ треугольникомъ. Ибо въ △ abd (ф. 3.) ab ф. 3.
есть направленіе и скорость одного относительнаго движенія; bd = ac направленіе и скорость другаго; и ad направленіе и скорость сложнаго движенія. Уголъ bad составленъ изъ перваго относительнаго и сложнаго движеній. Уголъ bda = dac, заключается между вторымъ относительнымъ и сложнымъ движеніями. Уголъ abd есть дополненіе къ двумъ прямымъ угла bac, заключеннаго между обоихъ относительныхъ движеній. Кто достаточно знакомъ съ Тригонометріею, тотъ можетъ

легко перевести главныя задачи Тригонометріи на языкъ Форометріи и обратно.

§ 35.

Чрезъ повторенное приложеніе вышеозначеннаго положенія можно не только что приводить въ одно движеніе всякое произвольное число относительныхъ движеній, приписанныхъ какой-либо точкѣ, если только направленія и скорости оныхъ даны, но и каждое простое движеніе разлагать на произвольное число относительныхъ. Въ обоихъ случаяхъ нѣтъ никакой въ томъ надобности, чтобы всѣ направленія лежали въ одной плоскости.

Примѣчаніе. Для приготовленія къ глубочайшему изученію математической теоріи движенія надлежитъ предварительно замѣтить, что каждое движеніе можно разложить на три взаимно одно къ
ф. 4. другому перпендикулярные. Пусть будетъ ae (ф. 4) направленіе и скорость движущейся изъ a точки. Если проложимъ теперь чрезъ a три взаимно перпендикулярныя плоскости abgd, abhc и adfc, а чрезъ точку e три другія плоскости, первымъ параллельныя, то произойдетъ прямоугольный и прямой параллелопипедъ bf. Если проведемъ въ омъ чрезъ параллельныя и равныя кромки ac и ge діагональную плоскость agec, которая есть прямоугольный параллелограммъ, то движеніе ae разложится здѣсь напередъ на ac и ag; ag разложится опять на ad и ab; такъ что ae разложится во-

обще на три взаимно перпендикулярные движенія ac , ad и ab.

Подобнымъ образомъ можно доказать , что три движенія ab , ac и ad (ф. 1.) , хотя-бы они и не были перпендикулярны между собою , можно совокупить въ одно af, которое представляетъ діагоналъ параллелопипеда, могущаго начерченнымъ быть между движеніями ab , ac и ad.

Движущія силы природы, или физическіе основные понятія и законы движенія тѣлъ.

§ 36.

Каждое движеніе тѣла , каждая перемѣна въ направленіи движенія или въ скорости онаго должны имѣть причину. Сію причину , хотя еще не постигнутую нами въ сущности , но обнаруживающуюся въ дѣйствіи , мы называемъ *движущею силою.*

§ 37.

Всѣ замѣченныя нами движущія силы природы могутъ быть представлены въ слѣдующихъ четырехъ главныхъ видахъ :

1) *Воля одушевленныхъ тварей* можетъ производить движеніе посредствомъ мускуловъ тѣла. Изъ всѣхъ вообще силъ опредѣляемъ мы сію только одну непосредственно изъ самопознанія.

2) *Въ движимости всѣхъ тѣлъ совокупно съ непроницаемостію оныхъ* заключается движущая сила. Ибо когда два непроницаемыхъ тѣла столкнутся между собою, то въ ихъ обоюдномъ положеніи произойдетъ перемѣна; т. е. они обнаруживаютъ вліяніе движущей силы другъ на друга.

3) Движущія силы заключаются еще въ особенныхъ свойствахъ тѣлъ; наиболѣе-же въ *упругости твердыхъ* и *разширимости воздухообразныхъ*.

4) Наконецъ мы усматриваемъ въ природѣ еще много другихъ родовъ движенія, коихъ причинъ мы или вовсе еще не понимаемъ, или имѣемъ объ оныхъ весьма темное понятіе. Къ сему роду движеній относятся всѣ тѣ, которые происходятъ отъ *тяготѣнія* тѣлъ, *магнитной матеріи*, *теплоты*, *электригества* и *свѣта*.

Еще темнѣе этого представляется намъ игра органическихъ силъ, производящихъ ростъ, формообразованіе, питаніе и многообразныя другія перемѣны въ растеніяхъ и животныхъ. Что всѣ сіи явленія не могутъ произойти безъ движенія, ясно само собою представляется.

§ 38.

Наблюденія убѣждаютъ насъ въ томъ, что тѣламъ свойственно стремленіе пребывать въ томъ положеніи, въ какомъ они находятся; т. е. тѣло, находящееся въ покоѣ, стремится пребыть въономъ, а движущееся тѣло стремится продолжать свое движеніе прямолинейно до тѣхъ поръ, пока

какая-либо другая движущая сила не измѣнитъ его положенія. Первое весьма очевидно, но и второе также ясно представится намъ, когда станемъ обращать строгое вниманіе на движущееся тѣло. Ибо если мы будемъ наблюдать за тѣломъ, движущимся отъ полученнаго имъ толчка, то увидимъ, что движеніе онаго будетъ и тогда еще продолжаться, когда уже толчокъ давно прекратилъ свое дѣйствіе; и кромѣ того это движеніе будетъ тѣмъ долѣе продолжаться, чѣмъ менѣе движущееся тѣло встрѣтитъ на пути своемъ препятствій. А по этому и можемъ заключить, что если-бы оно вовсе никакихъ препятствій не встрѣчало, то движеніе его продолжалось-бы безпрестанно.

Измѣненіе прямолинейнаго движенія въ криволинейное зависитъ также отъ препятствій, или другихъ движущихъ силъ не по одному направленію съ первою силою и не въ одно время дѣйствующихъ.

Сіе стремленіе тѣлъ пребывать въ томъ положеніи, въ какомъ они находятся, называется *недѣйственностію* тѣлъ или *инерціею*.

§ 39.

Движущая сила сама въ себѣ не можетъ быть измѣряема, но мы получаемъ объ ея величинѣ понятіе измѣривъ дѣйствіе, ею производимое; ибо каждое дѣйствіе пропорціонально силѣ, его производящей. Поелику-же дѣйствіе движущей силы есть

ничто иное какъ самое движенiе тѣла, то и надлежитъ измѣрять оное движенiе для полученiя мѣры силы.

И такъ, чтобы имѣть мѣру для силъ, необходимо опредѣлить напередъ мѣру для движенiя тѣлъ.

§ 40.

Величина движенiя точки есть ничто иное, какъ скорость онаго движенiя; сiе ясно само собою. Но поелику тѣла измѣряются массою заключающейся въ нихъ матерiи, мѣра-же сей матерiи есть вѣсъ, и такъ если говорится о движенiи тѣла, въ коемъ каждая частичка или точка массы онаго прiемлетъ одинаковое участiе въ движенiи, то величина онаго зависитъ также и отъ массы. Въ семъ удостовѣримся, когда представимъ себѣ, что движутся съ равною скоростiю двѣ массы, одна вѣсомъ въ одинъ фунтъ, другая въ десять фунтовъ. Послѣднюю массу можно представить себѣ равную десяти массамъ однофунтовымъ, но здѣсь очевидно, что сила, давшая фунтовой массѣ скорость ея, недостаточна будетъ для сообщенiя той-же скорости десяти такимъ массамъ вдругъ, а нужна для сего сила именно во столько разъ бóльшая противъ первой силы, во сколько разъ масса, ею движимая, больше первой массы. А изъ сего слѣдуетъ, что десять массъ должны имѣть въ десять разъ столько движенiя, сколько одна изъ нихъ.

Посему *величины движенiя тѣлъ содержатся между собою всегда такъ, какъ произведенiя движу-*

щихся массъ на ихъ скорости. Ибо положимъ, что массы двухъ тѣлъ будутъ M и m, ихъ скорости C и c, а величины движенія B и b. Теперь представимъ себѣ третье тѣло, имѣющее массу, M, равную съ первымъ, а скорость, c, равную со вторымъ изъ двухъ предыдущихъ; величина его движенія пусть будетъ β, то получимъ:

$B : \beta = C : c$, по равенству массъ;

$\beta : b = M : m$, по равенству скоростей; а изъ обѣихъ сихъ пропорцій, по перемноженіи оныхъ между собою, выйдетъ:

$B : b = MC : mc.$

§ 41.

И такъ *движущая сила измѣряется произведеніемъ массы движущагося тѣла на его скорость;* при чемъ мы прилагаемъ силѣ то самое направленіе, которое имѣетъ дѣйствіе, ею производимое.

§ 42.

Изъ сего усматриваемъ мы, въ какомъ смыслѣ могутъ силы выражены быть линіями, числами, буквами и формулами. Особенно значительно выраженіе посредствомъ линій, когда двѣ или болѣе силъ дѣйствуютъ на одно какое-либо тѣло. Ибо тогда линіи сіи выражаютъ не только направленіе силы, но и самую скорость, которую тѣ силы сообщаютъ движимой ими массѣ.

Другой весьма обыкновенный и всеобщій способъ выраженія движущихъ силъ, есть сравненіе ихъ съ

вѣсомъ, или, лучше сказать, замѣненіе оныхъ силъ гирьками. Для сего прикрѣпляютъ къ тѣлу, долженствующему быть приведеннымъ въ движеніе, снурокъ, которому даютъ требуемое направленіе чрезъ блокъ, а къ другому концу его привѣшиваютъ гирьку, соотвѣтствующую вѣсомъ своимъ той силѣ, которую посредствомъ сей гирьки выразить желаемъ.

§ 43.

Каждое измѣненіе покоя или движенія тѣла происходитъ отъ сообщенія оному тѣлу движенія. Нѣтъ сомнѣнія въ этомъ, если тѣло переходитъ изъ покоя въ движеніе; также и въ томъ нѣтъ сомнѣнія, что тѣло перейдетъ изъ движенія въ покой, если сообщатъ ему другое движеніе, совершенно противуположное и притомъ равное первому.

Но здѣсь слѣдуетъ еще замѣтить, что скорость движущагося тѣла можетъ увеличиться или иногда только уменьшиться, а не совсѣмъ уничтожиться. Первое произойдетъ отъ сообщенія движущемуся тѣлу новаго движенія, по тому-же направленію; второе—по направленію болѣе или менѣе противуположному. Когда, въ послѣднемъ случаѣ, движеніе сообщится не совершенно противуположно, а подъ какимъ-либо угломъ къ первому, то движущееся тѣло перемѣнитъ и направленіе свое.

§ 44.

Каждое движущееся тѣло, ударяясь о другое, находящееся въ покоѣ, или также движущееся,

сообщаетъ ему часть своего движенія, теряя оную часть въ собственномъ своемъ движеніи. Слѣдовательно оба тѣла производятъ взаимное другъ на друга дѣйствіе, и тѣмъ недѣйственность состоянія каждаго изъ нихъ нарушается; при чемъ *дѣйствіе* равно *противудѣйствію*.

Опредѣленіе величины сей части сообщеннаго и потеряннаго движенія зависитъ отъ случайныхъ обстоятельствъ, а именно: отъ направленія движенія до удара, отъ формы соударяющихся тѣлъ, отъ ихъ массъ, упругости, рода сцѣпленія частей массы между собою и т. п., и потому содѣлывается всегда предметомъ особыхъ розысканій.

Но всѣ сіи законы движенія относятся собственно къ тѣламъ, никакъ нельзя однакоже сдѣлать приложенія оныхъ къ матеріямъ невѣсомымъ, какъ то: теплотѣ и проч. Ибо механика сихъ матерій имѣетъ свои собственные законы, совершенно отличные отъ законовъ твердыхъ тѣлъ; чѣмъ еще болѣе свидѣтельствуется нетѣлесность сихъ матерій.

Тяготѣніе тѣлъ.

§ 45.

Тяготѣніе есть важнѣйшая изъ всѣхъ механическихъ силъ природы. Причина оной есть тайна для ума человѣческаго; но законы ея дѣйствій намъ болѣе извѣстны, нежели всѣхъ другихъ силъ природы. Объясненіе явленій, зависящихъ отъ тяго-

тѣнія, составляетъ главный предметъ механическаго естествоизслѣдованія.

Тяготѣніе раздѣляется на *всеобщее* и *частное*. Всеобщимъ тяготѣніемъ называется взаимное притяженіе между тѣлами міра; частное относится только къ тѣламъ земнаго шара и называется ихъ тяжестію.

§ 46.

Если мы положимъ какое-либо тѣло на руку, то замѣтимъ, что оно будетъ давить руку по направленію къ землѣ; и такъ первое дѣйствіе тяжести, открываемое непосредственно чрезъ наши чувства, есть *давленіе*, производимое каждымъ тѣломъ на тѣла, подъ нимъ находящіеся. Опредѣленная посредствомъ вѣсовъ соизмѣримая величина сего давленія называется *вѣсомъ тѣлъ*. Сей вѣсъ остается неизмѣняемой величины, какія бы перемѣны ни послѣдовали въ формѣ, положеніи, протяженіи или химическомъ строеніи тѣла, если только не будетъ отъ него отнято или къ нему прибавлено какого-либо количества вѣсомаго вещества. Посему нѣтъ никакого сомнѣнія въ томъ, что *вѣсъ пропорціоналенъ всегда количеству массы тѣлъ.*

§ 47.

При тѣлахъ однородныхъ вѣсъ пропорціоналенъ всегда ихъ объему. Разнородные же тѣла имѣютъ при одинаковыхъ объемахъ всегда различный вѣсъ. На семъ основывается понятіе о *плотности* тѣлъ; ибо чѣмъ тяжелѣе тѣло при одномъ и томъ же

объемѣ, тѣмъ болѣе должно заключаться въ томъ объемѣ стѣсненнаго количества массы, или матеріи, и тѣмъ оное тѣло должно быть плотнѣе другаго, занимающаго то-же пространство, но не имѣющаго вѣсу его. Когда какое-либо тѣло расширяется, какъ мы увидимъ ниже сего, то его объемъ увеличивается при одной и той же массѣ, что свидѣтельствуетъ, что частицы массы одна отъ другой отдаляются. Когда же оное тѣло сжимается, то частицы массы его сближаются между собою. А поелику части одного и того же тѣла могутъ ложиться между собою плотнѣе и рѣже, то слѣдовательно должны быть между оными частицами пространства, незанятые тѣмъ тѣломъ. Сіи пустые пространства называются *скважинами* или *порами*. На семъ основывается понятіе о *скважинности тѣлъ*, которая можетъ быть, и дѣйствительно бываетъ въ иныхъ тѣлахъ болѣе, въ другихъ менѣе.

Если плотность тѣлъ выражена числомъ, то ее называютъ *удѣльнымъ вѣсомъ* тѣлъ.

§ 48.

Гирька, повѣшенная на ниткѣ и находящаяся въ покоѣ, показываетъ всегда отвѣснымъ направленіемъ сей нитки и самое направленіе силы тяжести. На малыхъ разстояніяхъ, какъ напримѣръ, на 10 или 20 саженяхъ представляются таковые направленія совершенно параллельными чувствамъ нашимъ. Но подробнѣйшее познаніе земнаго шара показало намъ, что всѣ сіи направленія сходятся

между собою въ центрѣ онаго шара, поелику сіи направленія суть ничто иное, какъ продолженные радіусы онаго.

§ 49.

Если тяжелое тѣло не будетъ подперто, то оно падаетъ, т. е. движется само собою къ землѣ, по направленію силы тяжести. Скорость падающаго тѣла становится очевидно бо́льшею, если оное тѣло пробѣжало большое пространство; посему *движеніе падающаго тѣла есть прибывающее или ускоренное.* Изъ сего мы заключаемъ, что тяжесть продолжаетъ дѣйствовать на тѣло и при самомъ уже его паденіи; а по неизмѣняемости сего явленія заключаемъ, что тяжесть въ каждое мгновеніе паденія тѣла дѣйствуетъ одинаково сильно.

§ 50.

Хотя въ воздухѣ падаютъ тѣла съ различною скоростію (т. е. тѣмъ скорѣе, чѣмъ они сами плотнѣе, и чѣмъ меньшею поверхностію своей разсѣкаютъ воздухъ), однакоже опытами и заключеніями изъ тѣхъ опытовъ неоспоримо доказано, что тяжесть сообщаетъ всѣмъ тѣламъ совершенно равную скорость, и что все существующее различіе сей скорости зависитъ собственно отъ сопротивленія воздуха только. Посредствомъ воздушнаго насоса можно показать, что самые тяжелѣйшіе и самые легчайшіе тѣла падаютъ въ разрѣженномъ воздухѣ (почти безвоздушномъ пространствѣ)

въ одно и то-же время. Однако-же сіе относится собственно къ одному и тому-же мѣсту; ибо по наблюденіямъ замѣчено, что тѣла имѣютъ ме́ньшую силу тяжести подъ экваторомъ, нежели подъ полюсами. Но разность сія не велика; она составляетъ около $\frac{1}{200}$ части. То-же замѣчено и на высочайшихъ горахъ, что подъ экваторомъ.

§ 51.

Вникнувъ въ законы движенія, и сообразивъ оные съ тысящелѣтными наблюденіями и розысканіями о законахъ небесныхъ тѣлъ, Невтонъ положилъ, что между всѣми тѣлами міра, и даже между всѣми точками вѣсомаго вещества существуетъ *взаимное притяженіе*, которое состоитъ *въ прямомъ отношеніи къ массѣ притягивающаго тѣла*, и *въ обратномъ къ квадрату отдаленія притягиваемаго тѣла;* а по точнымъ наблюденіямъ лунныхъ теченій убѣдился онъ, что замѣчаемая на земномъ шарѣ тяжесть есть ничто иное, какъ часть сего взаимнаго притяженія, которое онъ назвалъ, по вышеозначенной причинѣ, *всеобщимъ тяготѣніемъ тѣлъ.*

§ 52.

Слѣдуя сему заключенію, тяжесть всѣхъ земныхъ тѣлъ должна быть ничто иное, какъ дѣйствіе притяженія, которое производятъ всѣ точки земнаго шара на каждое на поверхности онаго находящееся тѣло; и легко понять, что всѣ сіи притяженія сосредоточиваются въ центрѣ онаго шара.

Сіе притяженіе должно быть, подобно всякому притяженію, взаимное. Но поелику масса каждаго на поверхности земли находящагося тѣла, даже и самая масса какой-либо огромной горы, должна быть безконечно малою въ отношеніи къ массѣ земнаго шара, то слѣдовательно и притяженіе, производимое какимъ либо однимъ тѣломъ на весь земной шаръ, вовсе не замѣтно для нашихъ чувствъ. А по сей же причинѣ и взаимное притяженіе двухъ какихъ либо отдѣльныхъ тѣлъ также совершенно незамѣтно, ибо они притягиваются другою, гораздо большею силою оба къ землѣ. Нѣсколько подробнѣе будетъ говорено объ этомъ при теоріи качаній маятника.

Удѣльный вѣсъ твердыхъ и капельно-жидкихъ тѣлъ.

§ 53.

Вообще вѣсъ тѣлъ раздѣляется на *отвлеченный* и *относительный* или *удѣльный*. Если говорится просто о вѣсѣ тѣла, безъ означенія величины онаго тѣла, напримѣръ: о требуемой гирѣ въ пять пудъ вѣса, тогда сей вѣсъ называется отвлеченнымъ; ибо, при данномъ условіи, тѣло, имѣющее пять пудъ вѣса, можетъ занимать бо́льшее и меньшее пространство. Но когда говорится о вѣсѣ тѣла съ опредѣленіемъ и мѣры для него, т. е., если требоваться будетъ гиря вѣсомъ въ пять пудъ, а мѣрою объема въ кубическій футъ, то въ семъ

случаѣ вѣсъ будетъ называться относительнымъ или удѣльнымъ.

Знаніе удѣльнаго вѣса тѣлъ содѣлалось для всѣхъ вѣтвей естествоизслѣдованія весьма важнымъ. Два употребительнѣйшіе способа выражать оный вѣсъ суть слѣдующіе :

1) Мы имѣемъ полное понятіе о тяжести какого-либо тѣла, если знаемъ вѣсъ онаго тѣла въ опредѣленномъ его объемѣ. Такъ, напримѣръ, наше понятіе о тяжести воды будетъ совершенно опредѣленное, если знаемъ, что одинъ кубическій дюймъ оной вѣситъ $3\frac{103}{109}$ золотника. (Архитекторъ можетъ принимать всегда этотъ вѣсъ безошибочно за 4 полныхъ золотника).

Но сей способъ опредѣленія вѣса тѣлъ не есть общій, ибо онъ зависитъ отъ употребляемой въ каждомъ государствѣ своей мѣры, а потому при каждой новой мѣрѣ тѣлъ должно производить и новое вычисленіе онаго вѣса, почему руководствуются обыкновенно вторымъ способомъ, который состоитъ въ томъ, что :

2) Принимаютъ вѣсъ чистой воды какой-либо кубической мѣры за единицу и потомъ опредѣляютъ, во сколько разъ каждое другое тѣло, при томъ-же объемѣ, тяжелѣе или легче оной воды. Итакъ, если удѣльный вѣсъ воды выразится единицею, вѣсъ золота 19-ю, а вѣсъ пробки 0,25-ю, то сіе значитъ, что золото 19 разъ тяжелѣе воды, а пробка вѣситъ только одну четвертую часть воды всякаго одноимяннаго кубическаго объема.

Примѣчаніе. 1. Какъ то, такъ и другое выраженіе удѣльнаго вѣса тѣлъ можно легко превратить въ противное. Ибо положимъ, что вѣсъ одного кубическаго дюйма воды = w, вѣсъ одного кубическаго дюйма другаго тѣла = g, а выраженный по второму способу вѣсъ онаго = a, то будетъ:

$$a = \frac{g}{w}, \text{ слѣдов. } g = aw;$$

если-же v представляетъ произвольный объемъ онаго тѣла, то вѣсъ сего объема = gv, или awv.

Примѣчаніе 2. Для различія между собою должно-бы называть первый способъ выраженія удѣльнаго вѣса собственно удѣльнымъ, а второй относительнымъ, дабы не смѣшивать сихъ двухъ выраженій и идей, съ ними соединенныхъ, въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ будетъ требоваться или только отношеніе вѣса одного тѣла къ другому, или собственно вѣсъ въ опредѣленномъ объемѣ.

Изъ всего вышесказаннаго можно усмотрѣть, сколь важно точнѣйшее опредѣленіе тяжести чистой воды.

Для полученія бо́льшей точности въ результатахъ удѣльнаго вѣса разныхъ тѣлъ, при составленіи таблицъ объ ономъ вѣсѣ, лучше производить всѣ сіи опыты при температурѣ въ + 15° по Реомюру, каковую удобно можно получить во всякое время года, и при каковой и вышеозначенный результатъ полученъ.

§ 54.

Такъ какъ опредѣленіе удѣльнаго вѣса тѣлъ по первому способу бываетъ всегда довольно затруднительно, то мы представимъ здѣсь только второй способъ. Всѣ необходимыя принадлежности для сего должны состоять въ хорошихъ вѣскахъ, вѣрныхъ разновѣскахъ и нѣсколькихъ небольшихъ стклянкахъ съ хорошо пришлифованными стеклянными пробками.

§ 55.

Положимъ теперь, что должно опредѣлить удѣльный вѣсъ какого-либо капельножидкаго тѣла, то для сего надлежитъ вывѣсить пустую и сухую стклянку съ пробкою на вѣскахъ, (т. е. привести посредствомъ разновѣсокъ въ равновѣсіе), потомъ слѣдуетъ розыскать сколько, вѣсомъ, приметъ въ себя оная стклянка одной дестилированной воды, и также одной той жидкости, коей удѣльный вѣсъ опредѣлить желаемъ. При семъ должно замѣтить, что стклянка въ томъ и другомъ случаѣ должна быть совершенно наполнена жидкостію и заткнута пробкою. Когда вѣсъ той и другой жидкости найденъ, то слѣдуетъ только послѣдній изъ нихъ раздѣлить на первый, и частное покажетъ удѣльный вѣсъ даннаго капельножидкаго тѣла. Напримѣръ, если стклянка вмѣщаетъ въ себѣ воды 2,336 лота, а данной жидкости 2,018 лота, то удѣльный вѣсъ сей жидкости $= \frac{2018}{2336} = 0,864$.

§ 56.

Для определѣнія удѣльнаго вѣса твердаго тѣла надлежитъ сперва вывѣсить стклянку съ водою, потомъ положить возлѣ стклянки кусокъ даннаго тѣла (онъ можетъ состоять и изъ разныхъ кусочковъ, или быть обращеннымъ въ порошокъ, если оный цѣлымъ кускомъ или частями не можетъ войти въ стклянку) и опредѣлить его вѣсъ въ воздухѣ. Потомъ надлежитъ снять съ вѣсковъ стклянку и опустить въ нее взвѣшенное тѣло; симъ дѣйствіемъ нѣкоторая часть воды вытѣснится изъ оной. Когда стклянку поставимъ опять на вѣсы, то усмотримъ, что она сдѣлалась легче на все количество вытѣсненной изъ нея воды, почему надлежитъ прикладывать къ ней столько разновѣсковъ, сколько потребуется для равновѣсія обѣихъ чашекъ вѣсовъ. Сіи приложенные разновѣски покажутъ сколько, вѣсомъ, вытѣснило погруженное тѣло воды, т. е. сколько вѣситъ вода, имѣющая объемъ, равный объему даннаго тѣла. Если раздѣлимъ вѣсъ тѣла на вѣсъ вытѣсненной имъ воды, то получимъ удѣльный вѣсъ онаго. Напримѣръ, пусть вѣситъ данное тѣло 0,523 лота, а вытѣсненная имъ вода вѣситъ 0,084 лота, то удѣльный вѣсъ онаго тѣла $= \frac{523}{84} = 6,226$.

Таблица удѣльнаго вѣса разныхъ тѣлъ, въ коей принимается вѣсъ воды за единицу.

Названіе тѣлъ.	Удѣльный вѣсъ.
Вода (чистая).	1,000.
Платина.	20,722.
Золото.	19,258.
Ртуть.	13,586.
Свинецъ.	11,352.
Серебро.	10,784.
Красная мѣдь.	8,895.
Зеленая мѣдь.	8,395.
Желѣзо.	7,800.
Сталь.	7,767.
Олово.	7,264.
Чугунъ.	7,200.
Тяжелый шпатъ.	4,3 до 4,4.
Гранитъ обыкновенный. . . .	2,538 до 2,956.
Порфиръ.	2,700 — 2,800.
Марморъ.	2,717 — 2,838.
Извѣстковый шпатъ.	2,714.
Алебастръ.	2,700.
Кварцъ.	2,652.
Аспидъ.	2,672.
Извѣстковый камень.	2,456 до 2,720.
Рѣчной шпатъ.	2,44 — 2,60.
Мергель.	2,40 — 2,60.
Мѣлъ.	2,25 — 2,32.
Песчаный камень.	2,2 — 2,50.

Названіе тѣлъ.	Удѣльный вѣсъ.
Кирпичъ.	1,990 — 2,000.
Извѣсть сженая.	1,842 — 1,930.
Горшечная глина.	1,8—2,0.
Кирпичная глина.	1,199 — 1,608.
Рѣчной песокъ.	1,708—2,180.
Земляной песокъ.	1,438 — 1,525.
Черноземъ.	1,099 — 1,286.
Сѣра.	1,800.
Дубъ (старый).	1,670.
—— (средній).	1,170.
—— (молодой).	0,930.
Кленъ.	0,750.
Ясень.	0,845.
Букъ.	0,850.
Липа.	0,604.
Ветла.	0,585.
Илемъ (старый).	0,671.
Ольха.	0,660 до 0,680.
Ель.	0,550.
Сосна.	0,498.
Пробка.	0,240.
Винный спиртъ.	0,820 до 0,837.
Воскъ.	0,95 до 0,96.
Ледъ.	0,916.

Изъ сего послѣдняго результата явствуетъ, что вода, замерзая, расширяется.

§ 57.

При химическомъ смѣшеніи двухъ тѣлъ удѣльный вѣсъ смѣси не соотвѣтствуетъ среднему числу между удѣльнымъ вѣсомъ двухъ данныхъ для смѣшенія тѣлъ. Ибо если, напримѣръ, смѣшаемъ два равныхъ объема чистой воды и виннаго спирту, коего удѣльный вѣсъ=0,824, то должно бы было ожидать, что удѣльный вѣсъ смѣси составитъ средину между 1,000 и 0,824, слѣдовательно будетъ=0,912; но вмѣсто того мы находимъ по опыту, что удѣльный вѣсъ смѣси=0,930 до 0,940, такъ что жидкость, по смѣшеніи своемъ, дѣлается плотнѣе въ частяхъ своихъ и занимаетъ меньшее пространство, нежели каковое занимали ея составныя части до смѣшенія. Подобные наблюденія сдѣланы также и при нѣкоторыхъ другихъ смѣшеніяхъ. Сіе явленіе также доказываетъ скважинность тѣлъ (§ 47.), а изъ различія удѣльнаго вѣса тѣлъ усматриваемъ, что и скважинность во всѣхъ оныхъ тѣлахъ различна.

Приложеніе удѣльнаго вѣса тѣлъ къ рѣшенію задачь, затруднительно рѣшающихся посредствомъ Геометріи.

§ 58.

Дабы измѣрить внутреннее пространство какого либо сосуда, надлежитъ узнать напередъ, какое количество воды вмѣщается въ оный сосудъ. Изобразивъ вѣсъ сей воды въ золотникахъ, надлежитъ раздѣлить его на $3\frac{103}{109}$ (на вѣсъ кубическаго дюй-

ма воды); частное покажетъ со всевозможною точностію внутреннее пространство сосуда въ Русскихъ кубическихъ дюймахъ.

Объемъ твердаго тѣла самой неправильной фигуры также найдется, если только извѣстенъ удѣльный вѣсъ онаго тѣла. Ибо стоитъ только этотъ удѣльный вѣсъ помножить на $3\frac{103}{109} = \frac{430}{109}$, чтобы найти, сколько вѣсу будетъ въ Русскомъ кубическомъ дюймѣ означеннаго тѣла. Если на этотъ вѣсъ кубическаго дюйма раздѣлимъ вѣсъ всего тѣла, то получимъ количество массы онаго тѣла въ Русскихъ кубическихъ дюймахъ.

Ибо пусть будетъ объемъ тѣла v, его удѣльный вѣсъ s, его отвлеченный вѣсъ p, въ Русскихъ золотникахъ выраженный, то $\frac{430}{109}$ s, будетъ вѣсъ одного кубическаго дюйма этого тѣла. А посему

$$v = \frac{409\ p.}{430\ s.}$$

Если двѣ изъ сихъ трехъ величинъ v, *p* и *s* даны, то третья легко найдется; ибо

$$s = \frac{409\ p}{430\ v},\quad \text{а}\quad p = \frac{430\ v\ s}{409}.$$

Глава II.

ТВЕРДЫЕ ТѢЛА.

Общiе свойства твердыхъ тѣлъ.

Сила вязкости.

§ 59.

Твердые тѣла отличаются отъ жидкихъ несравненно бóльшею связью своихъ частицъ. Въ иныхъ тѣлахъ бываетъ связь сiя такъ велика, что требуется чрезвычайная сила для раздѣленiя частицъ ихъ между собою. Отъ этого свойства зависитъ форма твердыхъ тѣлъ (§ 23). Силу, производящую это сцѣпленiе, называютъ *вязкостiю.* Старшая школа естествоиспытателей полагала видѣть въ этомъ весьма темномъ явленiи особую силу природы, а новѣйшая, слѣдуя Канту, приписываетъ оное перевѣсу сжимательной силы предъ расширительною; но доказательства той и другой основаны на гипотезахъ (§ 24). Посему естествоиспытатели умѣренные и болѣе осторожные въ строенiи гипотезъ хотя и предполагаютъ, что таковое явленiе должно быть ничто иное, какъ нѣкоторое видоизмѣненiе всеобщаго тяготѣнiя тѣлъ, подобно какъ и тяжесть, липкость и химическое

сродство, но слѣдуя въ изысканіяхъ своихъ путемъ опыта и наблюденія, подкрѣпляемыхъ критикою умозрѣнія, и зная, что тысячи прекрасныхъ, но недоказанныхъ гипотезъ лишь затемняютъ науку, не принося никакой пользы человѣчеству, предоставляютъ окончательное рѣшеніе сего вопроса, можетъ быть и никогда неразрѣшимаго, бóльшему опыту — и потому временамъ позднѣйшимъ.

Примѣчаніе. Каждая новая гипотеза хотя и даетъ намъ новую точку воззрѣнія на природу, но сіе воззрѣніе не есть еще прозрѣніе въ тайны оной. Между тѣмъ весьма часто встрѣчается, что избранная нами точка воззрѣнія есть совершенно ложная, т. е. такая, съ которой или природа намъ ничего открыть не можетъ, или, ставъ на которую, мы должны отвергать то, что подтверждено несомнѣнными опытами. Въ первомъ отношеніи гипотезы путаютъ науку, а въ послѣднемъ превращаютъ ее въ фантастическую сказку.

§ 60.

И такъ, если уклонимся отъ гипотетическаго опредѣленія настоящей причины вязкости и примемъ сіе явленіе за найденное опытомъ, то и въ такомъ случаѣ полезно бы было опредѣлить всеобщій законъ силы вязкости различныхъ тѣлъ; но, къ сожалѣнію, мы и въ семъ отношеніи не сдѣлали никакого успѣха, и потому можно здѣсь представить одни только факты, какъ результаты опытовъ, неподведенныхъ еще подъ одно общее правило силовыраженія.

Вязкость не всѣмъ тѣламъ въ одинаковой степени свойственна. Ея сила оказывается иногда чрезвычайно большою, какъ, напримѣръ, въ нѣкоторыхъ металлахъ, а иногда весьма слабою, какъ въ пробковомъ деревѣ, мѣлу и проч. Она въ одномъ и томъ-же тѣлѣ можетъ измѣняться; посредствомъ согрѣванія или раскаленія можно ее ослабить, а чрезъ охлажденіе увеличить; притомъ скорое и медленное охлажденіе производятъ въ однихъ и тѣхъ же металлахъ различную степень вязкости. Умѣренная ковка также увеличиваетъ, а сильная уменьшаетъ вязкость металловъ. Нѣкоторые тѣла таковы, что ихъ части трудно согнуть или раздѣлить между собою; сіи называются *жесткими*. Иные тѣла легко согнуть можно, но трудно разорвать; таковые называются *тягучими*. Другіе напротивъ трудно согнуть, но легко разорвать, таковые именуются *хрупкими*. Наконецъ есть также *мягкіе* тѣла, кои легко сгибаются и разрываются въ частяхъ своихъ.

Сіи различія свидѣтельствуютъ что вязкость тѣлъ не по всѣмъ направленіямъ оныхъ оказываетъ одинаковое сопротивленіе. Но есть однакоже тѣла, въ коихъ сила вязкости дѣйствуетъ, кажется, одинаково по всѣмъ направленіямъ; къ онымъ относятся тѣ изъ металловъ, кои въ изломѣ своемъ неслоисты и некрупнозернисты. Сдѣланные надъ деревомъ, относительно вязкости его частей, различные опыты свидѣтельствуютъ, что оная имѣетъ самую большую силу между сердцевиной и лубомъ. Кромѣ того замѣчено, что всѣ Европейскіе

деревья имѣютъ бо́льшую вязкость на той сторонѣ, которая во время роста ихъ обращена была на N W.

§ 61.

Силу вязкости тѣлъ можно разсматривать, въ отношеніи къ построеніямъ, въ троякомъ видѣ. 1.) какъ силу вязкости, противящуюся *разрыву* тѣла; 2.) какъ силу вязкости, противящуюся *перелому* тѣла; и 3.) силу вязкости, противящуюся *сплющенію* тѣла.

§ 62.

Надъ силою вязкости тѣлъ относительно разрыва оныхъ дѣланы были многіе опыты различными естествоиспытателями. Опыты сіи производятся слѣдующимъ образомъ: одинъ конецъ металлическаго или деревяннаго бруска, подвергаемаго изслѣдованію, укрѣпляютъ такъ, что-бы оный брусокъ висѣлъ отвѣсно, а къ другому концу его привѣшиваютъ до тѣхъ поръ гири, пока послѣдуетъ разрывъ въ его частяхъ. Нижеслѣдующая таблица показываетъ результаты сихъ опытовъ.

Разорванные тѣла.	Русскій фунтовой вѣсъ для разорванія тѣла, имѣющаго въ поперечникѣ 1,06 квадратн. дюймовъ Русскихъ.
Липовый брусокъ.	15892.
Ольховый.	28347.
Сосновый.	20458.
Пихтовый.	12510.
Дубовый.	24281.
Ильмовый.	17023.
Буковый.	25650.
Орѣховый.	16340.
Ветловый.	16999.
Яблонный.	11478.
Ясеневый.	24705.
Красной мѣди.	46068.
Зеленой мѣди.	55550.
Желѣзный.	69246.
Чугунный.	62488.

Предполагая же силу сей вязкости въ частяхъ двухъ подобныхъ тѣлъ равною, найдемъ, что *оная сила въ двухъ подобныхъ тѣлахъ содержится между собою такъ, какъ самые поперечники тѣхъ тѣлъ.* Для сего положимъ, что поперечникъ, означенный въ таблицѣ, $=a$, поперечникъ даннаго тѣла $=A$, вязкость тѣла, означенная въ таблицѣ, $=b$, искомая вязкость $=B$, то будетъ: $B=\frac{Ab}{a}$; а изъ сего $A=\frac{aB}{b}$.

§ 63.

Сколь-бы ни были вѣрны результаты, показанные въ таблицѣ, но если кто пожелаетъ воспользоваться оными на практикѣ, какъ напримѣръ при устроеніи подвѣсныхъ печей (такихъ печей, которыя устроиваются въ верхнихъ этажахъ висящими на желѣзныхъ брускахъ, укрѣпленныхъ одними концами къ стропилу), провѣсныхъ арокъ, шпренгелей и тому подобнаго, то надлежитъ брать за силу вязкости металлическаго бруска только одну половину, а за силу вязкости дерева одну третью часть изъ найденныхъ вышепоказаннымъ образомъ силъ ихъ. Кромѣ сего, при металлахъ надлежитъ соображать обстоятельства, упомянутые въ § 60.

§ 64.

Еще бо́льшее различіе твердости замѣчаютъ въ веревкахъ; ибо какъ приготовленіе оныхъ, такъ и доброта пеньки весьма различны. Веревка тѣмъ крѣпче, чѣмъ болѣе чесана пенька и чѣмъ бо́льшее количество нитей въ ней находится; слѣдовательно чѣмъ тонѣе нити. Слишкомъ крутое свиваніе уменьшаетъ твердость веревки; ибо нити приводятся отъ того въ напряженное положеніе, что производитъ то-же самое дѣйствіе, какъ-бы онѣ уже были натянуты гирею. По опытамъ оказалось, что хорошо свитая веревка, имѣющая въ попе-

6 линій,	выдерживаетъ	217	фунтовъ	Русскихъ;
8	—	—	378	—	—
10	—	—	618	—	—
12	—	—	859	—	—
16	—	—	1180	—	—
20	—	—	2383	—	—
24	—	—	3437	—	—

§ 65.

Надъ силою вязкости относительно перелома тѣлъ также дѣлано много опытовъ. Для сего берутъ обыкновенно бруски, приводятъ ихъ въ горизонтальное положеніе и привѣшиваютъ къ нимъ, или кладутъ на нихъ гири такъ, чтобы онѣ дѣйствовали отвѣсно. Брусокъ можно для сего съ одного конца ущемить, а на другой, свободный конецъ ставить гири; или онъ можетъ быть укрѣпленъ обоими концами своими, или наконецъ лежать обоими концами на подпоркахъ.

Сила производитъ самое бо́льшее дѣйствіе, когда она находится: въ первомъ случаѣ — на свободномъ концѣ; во второмъ и третьемъ — когда она на самой срединѣ бруска.

Каждое тѣло въ такомъ случаѣ сперва согнется, но сгибъ сей не во всѣхъ тѣлахъ одинаковъ бываетъ; сіе зависитъ отъ различнаго свойства тѣлъ. Когда сгибъ достигнетъ самой бо́льшей ординаты своей, то за нимъ слѣдуетъ переломъ. Иногда отягощенное дерево не тотчасъ достигаетъ въ изгибѣ своемъ самой бо́льшей ординаты, но по про-

шествіи нѣкотораго значительнаго времени; а посему положеніе изогнутаго дерева дѣлается всегда опаснымъ; ибо небольшое увеличеніе тяжести, лежащей на немъ, можетъ мгновенно изогнуть дерево до вышеозначенной ординаты, и слѣдовательно произвесть мгновенный переломъ.

§ 66.

Изломъ отягощеннаго дерева совершается различнымъ образомъ. Дерево, однимъ концемъ укрѣпленное, ломается близъ укрѣпленнаго конца; дерево, лежащее на подставкахъ, ломается посрединѣ; и наконецъ дерево, укрѣпленное обоими своими концами, ломается въ трехъ мѣстахъ, а именно: посрединѣ и близъ обоихъ укрѣпленныхъ концовъ.

§ 67.

Изъ опытовъ, дѣланныхъ относительно сего, выведены слѣдующіе правила:

1) *Если дерево требуетъ для излома своего, въ первомъ случаѣ, силу* = 10, *то во второмъ случаѣ оно потребуетъ силу* = 20, *а въ третьемъ силу* = 40.

2) *Сопротивленіе дерева увеличивается, чѣмъ болѣе уголъ, дѣлаемый имъ съ горизонтомъ, приближается къ прямому.*

3) *Чѣмъ шире и толще дерево, тѣмъ болѣе сопротивляется оно излому; чѣмъ длиннѣе оное дерево, тѣмъ меньшая сила нужна для его излома.*

4) *Если дерево, не погнувшись, выдерживаетъ какую-либо тяжесть, составляющую самый большій эффектъ* (Maximum) *его твердости, то оно выдержитъ вдвое бо́льшую тяжесть, бывъ укорочено на половину длины своей.*

5) *Если ширина ватерпасной плоскости горизонтальнаго бруска вдвое больше таковой-же плоскости другаго бруска, то и сопротивленіе перваго бруска вдвое больше сопротивленія втораго.*

6) *Если изъ двухъ брусковъ одинаковой длины и ширины, одинъ будетъ вдвое толще другаго, то онъ выдержитъ тя́жесть вчетверо бо́льшую. Если онъ будетъ втрое или вчетверо толще, то выдержитъ и тяжесть въ девять, или въ шестнадцать разъ бо́льшую.*

Все вышесказанное можно выразить иначе такъ: *поперечная твердость двухъ горизонтальныхъ параллелопипедовъ изъ одного и того-же матеріала содержится между собою такъ, какъ произведенія ихъ ширины на квадраты вышины, умноженные на длину ихъ, въ обратномъ содержаніи взятую.*

И такъ, если положимъ, что силы двухъ брусковъ = F и f, длина ихъ = A и a, ширина = B и b, толщина, или высота = C и c, то содержаніе силъ оныхъ брусковъ выразится слѣдующимъ образомъ:

$F : f = B . C^2 . a : b . c^2 . A$;

а изъ сего получимъ:

$$1.)\ F = \frac{B\,C^2 f\,a}{b\,c^2 A};\ 2.)\ f = \frac{F\,A\,b\,c^2}{B\,C^2 a};\ 3.)\ B = \frac{F\,A\,b\,c^2}{C^2 f\,a};$$

$$4.)\ b = \frac{B\,C^2 f\,a}{F\,A\,c^2};5.)C = \sqrt{\left(\frac{b\,F\,A\,c^2}{B\,f\,a}\right)};6.)c = \sqrt{\frac{B\,C^2 a\,f}{F\,A\,b}};$$

$$7.)\ A = \frac{B\,C^2 a\,f}{F\,b\,c^2};\ и\ 8.)\ a = \frac{F\,A\,b\,c^2}{B\,C^2 f}.$$

Для вычисленія, на основаніи сихъ формулъ, твердости поперечнаго сцѣпленія каждой балки, надлежитъ имѣть данныя, взятыя изъ опытовъ; сіи данныя заключаются въ нижеслѣдующей таблицѣ, въ коей A означаетъ длину дерева, считая отъ одной точки подпоры до другой; B, ширину; C, вышину или толстоту онаго; D, глубину, на которую оно провисало при тяжести, означенной въ графѣ F, фунтами (въ суммѣ коей заключаются гири, вѣсовая чашка и половина тяжести самаго дерева); G означаетъ самую бóльшую ординату провѣса, при коей дерево ломалось; и наконецъ H означаетъ полный вѣсъ въ фунтахъ, при коемъ дерево ломалось.

Названіе дерева.	A.	B.	C.	D.	F.	G.	H.
	д	ю	й	мы.	фун-ты.	дюйм.	фун-ты.
Сосна.. . . .	30	0,70	0,958	0,09	13	1,51	118
——	48	1,146	1,028	1,28	128	3,51	226
——	66	2,00	2,00	1,46	598	3,43	915
——	70	2,00	2,00	2,35	735	3,14	735
——	88	1,90	2,00	2,06	351	5,50	654
Дубъ.	48	0,89	1,18	0,60	85	3,70	370
——	66	0,50	1,50	1,66	295	4,58	454
——	66	2,00	2,00	1,31	682	3,61	682
——	84	2,00	2,00	2,09	352	6,12	544
——	42	1,48	1,13	1,34	349	2,39	349
Пихта. . . .	46	1,208	1,208	1,10	128	2,70	185
Ель.	48	1,00	1,00	1,38	101	3,20	150
Букъ.	32	1,00	0,82	1,15	164	2,50	210
Ольха.. . . .	43	1,02	0,92	1,58	128	3,88	184

Примѣчаніе. Изъ всего вышесказаннаго явствуетъ, что бруски или балки должно всегда класть на узкій бокъ ихъ, дабы широкій бокъ дѣлался высотою оныхъ. На основаніи сего-же закона тесницы, положенныя плашмя, провисаютъ отъ собственной своей тяжести, а поставленныя на ребро выдерживаютъ чрезвычайную тяжесть.

§ 68.

Подобные опыты дѣлаемы были надъ поперечнымъ сцѣпленіемъ различнаго рода камней и чугуна, и результаты показали, что каждый, подвергавшій-

ся опыту, камень прежде излома своего нѣсколько провиснетъ. Мы здѣсь не прилагаемъ таблицы сихъ наблюденій, поелику каменные балконы дѣлаются у насъ всегда на желѣзныхъ подвѣсахъ, а крагштейны, употребляемые въ разныхъ случаяхъ декораціи, несутъ, большею частію, только свою собственную тяжесть; если-же иногда и лежитъ на нихъ сторонняя тяжесть, то всегда незначительная.

§ 69.

Опыты относительно чугуна состояли въ слѣдующемъ: пять чугунныхъ брусковъ, изъ коихъ каждый имѣлъ 2 фута длины, 1,3 дюйма ширины и 0,65 дюйма толщины, укрѣплены были однимъ концемъ своимъ въ горизонтальномъ положеніи, а на другой привѣшивали тяжести.

1-й брусокъ состоялъ изъ темносѣраго, плотнаго, мѣлкозернистаго чугуна, съ сильно блестящимъ изломомъ, уступавшаго подпилку и нѣсколько молоту; онъ изломился отъ 184 фунтовъ.

2-й брусокъ имѣлъ изломъ менѣе блестящій, противился больше подпилку, и изломился отъ 173 фунтовъ.

3-й былъ сильно блестящъ и хрупокъ; онъ изломился отъ 153 фунтовъ.

Для 4-го бруска взятъ былъ весьма твердый чугунъ, имѣвшій весьма слабый и неравномѣрный металлическій блескъ, онъ нарочно былъ для сего изготовленъ переплавкою изъ стараго брусковаго

желѣза. Изломъ его имѣлъ свѣтлоголубой цвѣтъ. Тяжесть, изломившая его на нѣсколько кусковъ, состояла изъ 168 фунтовъ.

5-й состоялъ изъ чугуна, составленнаго переплавкою изъ хорошаго полоснаго желѣза съ чугуномъ, описаннымъ здѣсь подъ N° 1-мъ. Онъ имѣлъ изломъ свѣтлосѣрый, плотный, мѣлкозернистый; не уступалъ почти ни сколько подпилку, а подъ молотомъ крошился. Онъ изломился отъ 174 фунтовъ.

Изъ сихъ опытовъ явствуетъ, что чугунъ, имѣющій сѣрый изломъ, тверже имѣющаго изломъ бѣлый, а потому и предпочитается первый при употребленіи въ построеніяхъ.

§ 70.

Надъ силою вязкости тѣлъ, противящейся сплющенію оныхъ и называемой также *силою упора тѣлъ*, производятся опыты слѣдующимъ образомъ: надлежитъ поставить дерево, имѣющее форму параллелопипеда или цилиндра, отвѣсно на горизонтальную и неподвижную подставку, и верхній конецъ онаго дерева обременять до тѣхъ поръ тяжестію, пока дерево сплюснется, или переломится. Тяжесть, необходимая для сего дѣйствія, есть мѣра силы упора, или сопротивленія тѣла.

Совершенно отъ свойства дерева зависѣть будетъ, если оно подъ тяжестію сплюснется, или, согнувшись напередъ, переломится. Первое встрѣчается при сухомъ деревѣ и при малой высотѣ о-

наго; въ противномъ случаѣ бываетъ всегда последнее.

§ 71.

Опыты, относительно силы упора тѣлъ учиненные, показали.

1) *Что сопротивленія отвѣсно столщихъ брусковъ* (при большей части родовъ дерева) *содержатся такъ между собою, какъ кубы изъ толстоты ихъ, умноженные на ширину и раздѣленные на квадраты изъ длины.* Если брусокъ имѣетъ форму параллелопипеда, то толстотою называется всегда узкая сторона его.

2) *Если поперечники дерева составляютъ квадраты, то тяжести, несомыя ими, содержатся между собою какъ биквадраты изъ сторонъ ихъ поперечниковъ, раздѣленные на квадраты изъ длины.*

3) *Если дерева будутъ круглые, то тяжести, несомыя ими, содержатся между собою какъ биквадраты изъ діаметровъ тѣхъ деревъ, раздѣленные на квадраты изъ длины.*

4) *Усѣченный конусъ, или усѣченная пирамида оказываютъ бо́льшее сопротивленіе, нежели цилиндръ или призма той-же высоты и того-же объема.*

5) *Параллелопипедъ, имѣющій основаніемъ своимъ квадратъ, сопротивляется болѣе нежели параллелопипедъ той-же высоты и объема, имѣющій основаніемъ параллелограммъ.*

Всѣ опыты, произведенные надъ силою упора дерева, заключаются въ нижеслѣдующей таблицѣ, въ коей вся мѣра въ дюймахъ, а вѣсъ въ фунтахъ.

Названіе дерева.	длина бруска.	ширина бруска.	Толщина бруска, или та сторона, по которой послѣдовалъ изгибъ.	тяжесть, подъ какою брусокъ ломался.
Пихта. .	48	0 51	0,51	68,1.
—	48	0,70	0,70	238,3.
Липа. . .	48	0,50	0,50	53,8.
—	48	0,71	0,71	217,3.
Букъ. . .	48	0,49	0,49	43,2.
—	48	0,70	0,70	154,0.
Дубъ. . .	48	0,50	0,42	21,1.
—	48	0,70	0,70	90,7.
—	18	0,23	0,23	24,2.
—	12	0.35	0,35	195,1.
Ясень. . .	12	0,34	0,24	58,0.
Липа. . .	12	0.35	0,25	47,4.
Сосна. . .	12	0,42	0,25	83,3.
—	10	0,42	0,25	87,3.

§ 72.

Знаніе силы упора различнаго рода камней также весьма важно при построеніяхъ. Многіе Физики занимались изслѣдованіемъ сего, и хотя найденные ими результаты не во всѣхъ случаяхъ могутъ быть приняты за совершенно вѣрные, потому что строеніе неорганическихъ тѣлъ, въ особенности камней, чрезвычайно различно бываетъ; но, не смотря на сіе, выведено изъ оныхъ результатовъ нѣсколько полезныхъ заключеній.

Твердость камней зависитъ частію отъ большей плотности и крѣпости частицъ ихъ, частію же отъ химическаго ихъ строенія.

Учиненные опыты заключаются въ слѣдующей таблицѣ:

Названіе тѣла.	Основаніе камня, коимъ онъ лежалъ на твердой и неподвижной подставкѣ.	Тяжесть, раздавившая оный, въ фунтахъ.
Черный базальтъ изъ Стаффы.	□ дюймъ.	4989
Зеленый базальтъ изъ Ирландіи.	—	4427
Зеленый серпентинъ изъ Корнваллиса.	—	3787
Синій марморъ изъ Графства Дерби.	—	3124
Извѣстковый камень, твердый.	—	2989
Мѣлкозернистый гранитъ изъ Корнваллиса.	—	2967
Извѣстковый камень, заключавшій въ себѣ окаменѣлости.	—	2764
Песчаный камень.	—	2631
Алебастръ.	—	1489
Кирпичь, алый.	—	1124

Липкость тѣлъ.

§ 73.

Вязкость оказывается во всей своей силѣ только при непосредственномъ прикосновенiи частей, данномъ имъ самою природою, при свободномъ ихъ переходѣ изъ жидкаго состоянiя въ твердое. Если-же части тѣла какою-либо силою раздѣлены между собою, то ихъ совершеннаго соприкосновенiя возстановить невозможно. Не смотря на сiе двѣ, раздѣленныя между собою плоскости, оказываютъ еще нѣкоторую степень липкости, когда многiя точки тѣхъ поверхностей могутъ еще соприкасаться взаимно. Такъ напримѣръ, двѣ стеклянныя, марморныя или металлическiя пластинки, полированными сторонами своими плотно между собою сложенныя, притягиваютъ одна другую довольно замѣтною силою. Если смочимъ сiи пластинки какою-либо жидкостiю, хотя-бы то и вода была, то прикосновенiе, а вмѣстѣ съ нимъ и притяженiе увеличатся. Когда жидкость, коею омочены обѣ пластинки, такого свойства, что она по испаренiи или охлажденiи сама дѣлается твердою, то отъ оной происходитъ такое прилѣпленiе между пластинокъ, которое превосходитъ иногда и естественную вязкость оныхъ тѣлъ. На семъ основываются многiя техническiя работы, какъ то: *клеенiе, паянiе, окрашиванiе, штукатурка, цементировка* и т. п. Повидимому сiе прилѣпленiе есть ничто иное, какъ нѣкоторое видоизмѣненiе

всеобщаго тяготѣнія (§ 59.). Для отличія отъ вязкости оно названо *липкостію.*

§ 74.

Липкость встрѣчается не только что при однородныхъ твердыхъ тѣлахъ, но и при разнородныхъ. Ибо если насыплемъ самой мѣлкой пыли на какое-либо твердое тѣло произвольной формы, и потомъ обернемъ оное тѣло такъ, чтобы осыпанная сторона его обращена была внизъ, то не всѣ пылинки спадутъ съ него, но только тяжелѣйшія, не смотря на то, однородныя-ли онѣ съ упомянутымъ тѣломъ, или разнородныя. Изъ сего явствуетъ также, что липкость только тогда обнаруживаетъ свое дѣйствіе, когда она сильнѣе тяжести, заставляющей прилѣпившееся тѣло стремиться къ землѣ.

Сила упругости.

§ 75.

Выше сего говорено было, что расширимость и сжимаемость свойственны вообще всѣмъ тѣламъ, слѣдовательно и всѣмъ твердымъ тѣламъ безъ исключенія. Но если твердое тѣло будетъ сжато посредствомъ давленія, толчка или удара, и сила, произведшая сіе сжатіе, прекратитъ свое дѣйствіе, то, смотря по различнымъ обстоятельствамъ, и самое дѣйствіе будетъ различно. Иногда оное тѣло удерживаетъ измѣненный видъ, иногда принимаетъ послѣ толчка опять прежнюю свою форму.

Въ послѣднемъ случаѣ называется тѣло *упругимъ*. Также точно можетъ каждое твердое тѣло быть согнутымъ, особенно, если оно имѣетъ форму длиннаго и тонкаго брусочка; и въ семъ случаѣ оно или удерживаетъ изгибъ, или возвращается въ прежнее положеніе. И сей послѣдній случай свидѣтельствуетъ о упругости тѣла. Наконецъ можно, взявъ такой брусочикъ за одинъ конецъ, другой его конецъ вертѣть, и если сила перестанетъ дѣйствовать, то брусочикъ останется сверченнымъ, или приметъ опять прежнее свое положеніе. И сіе явленіе есть признанное дѣйствіе упругости.

Изъ сего явствуетъ, что *упругость есть нито иное, какъ стремленіе тѣла не измѣнять занимаемаго пространства и формы, или, измѣнивъ оныя, возстановлять.*

§ 76.

Нѣтъ ни одного твердаго тѣла, которое не оказывало бы въ какой либо степени свойства упругости. Упругость называется *совершенною*, когда форма и объемъ тѣла возстановляются совершенно; *несовершенною* она называется тогда, когда означенное возстановленіе совершается только частію; и если-бы въ какомъ либо тѣлѣ не послѣдовало совершенно никакаго возстановленія формы его и объема, то должно бы было заключить, что оно не имѣетъ также и никакой упругости. Но при строжайшемъ наблюденіи явленій упругости можно убѣдиться что каждое

тѣло оказываетъ свойства совершенной упругости при дѣйствіи на него силы, не превышающей нѣкоторую извѣстную величину; если эта сила становится больше, то то-же самое тѣло будетъ въ отношеніи къ оной несовершенно упругимъ. Изъ сего слѣдуетъ, что только предѣлы сихъ обоихъ дѣйствій при тѣлахъ различны, а потому едва-ли можно полагать, чтобы какое либо тѣло не имѣло совершенно никакой упругости.

§ 77.

Дѣйствія упругости могутъ быть вообще замѣчены только тогда, когда внѣшняя движущая сила дѣйствуетъ на одну только часть тѣла, между тѣмъ какъ прочія части онаго тѣла или утверждены неподвижно, или, по крайней мѣрѣ, не могутъ съ тою же скоростію уступать свое мѣсто, съ какою дѣйствуетъ толчекъ или ударъ. Но достаточно разсмотрѣть здѣсь первый случай, чтобы сдѣлать заключеніе и о второмъ; ибо если вся масса тѣла уступаетъ частію, но не совсѣмъ свое мѣсто, т. е. уступаетъ свое мѣсто съ меньшею скоростію, нежели какую имѣетъ толчокъ, то дѣйствіе должно разсматривать такъ, какъ будто бы самое тѣло находилось въ покоѣ, но скорость толчка, произведеннаго на него, равна бы была разности скоростей толчка и уклоняющагося тѣла.

§ 78.

Вышесказанное объяснится изъ слѣдующаго: если возмемъ кусокъ гуммиластику, положимъ его на твердую и неподвижную подставку и станемъ давить его пальцемъ къ подставкѣ, то оное тѣло при самомъ слабѣйшемъ давленіи будетъ сжиматься, но, по прекращеніи давленія, тотчасъ приметъ свой прежній видъ. Если станемъ сильнѣе давить, то части сожмутся болѣе, но и послѣ довольно сильнаго даже давленія примутъ прежнее свое положеніе. Если же давленіе увеличено будетъ за нѣкоторую извѣстную степень, то на сдавленномъ мѣстѣ останется видимое углубленіе, которое или остается уже такъ, или проходитъ весьма медленно. Но, по видимому, нѣтъ такого сильнаго давленія, послѣ котораго не было бы замѣтно никакого слѣда къ стремленію тѣла возстановить свою прежнюю форму.

Подобные заключенія можно отнести и къ тѣмъ случаямъ, когда какое либо тѣло однимъ концомъ своимъ будетъ укрѣплено неподвижно, а за другой конецъ мы станемъ оное вытягивать; или когда то тѣло и въ томъ же положеніи мы станемъ сгибать, или вертѣть (§ 75).

Ненужно дѣлать для сего опытовъ, ибо изъ однихъ уже понятій о семъ ясно представляется намъ, что, если дѣйствующая сила будетъ опредѣленной и неизмѣняемой величины, то и самое дѣйствіе оной дойдетъ только до одной опредѣленной точки и уже затѣмъ послѣдуетъ останов-

ка, хотя бы дѣйствіе это совершалось внутри или внѣ границъ полной или неполной упругости. А посему при каждой такой остановкѣ сопротивленіе тѣла должно быть совершенно равно дѣйствующей на него силѣ. Если же дѣйствующая сила такого свойства, что можно ее измѣрить, то можно получить также и мѣру сопротивленія тѣла, оказываемаго имъ въ таковыхъ случаяхъ.

§ 79.

Если дѣйствующая сила значительной величины, то могутъ послѣдовать еще другаго рода дѣйствія; а именно: когда сила, дѣйствующая на часть какаго либо тѣла, больше силы, коею та часть держится при всей массѣ онаго тѣла, то тѣло *изломится*. Если сила толчка гораздо больше силы вязкости, и притомъ скорость ея очень велика, то иногда полнаго излома не послѣдуетъ, а только что ударенная часть *оторвется*, т. е. тѣло въ этомъ мѣстѣ будетъ *пробито*. Если же напротивъ толчокъ не много чѣмъ сильнѣе вязкости частей ударяемаго тѣла, а скорость его умѣренная, то тѣло *разлетится* въ куски. Ибо хотя дѣйствіе толчка распространяется и весьма скоро по всему тѣлу, но однако-же не мгновенно, а потому слѣдуетъ за нимъ разрывъ частей тѣла не въ недѣлимое мгновеніе, но въ нѣкоторое небольшое время, коего протяженіе можетъ быть незамѣтнымъ только для чувствъ нашихъ.

По причинѣ связи частей тѣла между собою каждый толчокъ дѣйствуетъ на всю массу онаго тѣла, но поелику части, постепенно одна за другой, нѣсколько уступаютъ, то дѣйствіе это не есть мгновенное; а посему *чѣмъ менѣе скорость толчка, тѣмъ болѣе можетъ дѣйствіе распространиться по всей массѣ и раздробить тѣло во всѣхъ слабыхъ его частяхъ; чѣмъ*, напротивъ того, *скорость эта болѣе, тѣмъ болѣе дѣйствуетъ сила на тѣ только части, которыя лежатъ въ направленіи толчка.*

Примѣчаніе. Такъ, напримѣръ, стекло разбивается въ дребезги отъ слабаго удара, но ружейная пуля пробиваетъ въ немъ иногда только соотвѣтствующую своей величинѣ дырочку и т. п.

§ 80.

Многіе естествоиспытатели тщательно изслѣдывали, по какимъ законамъ ростетъ сопротивленіе упругаго тѣла, когда увеличивается дѣйствующая на него сила, и изъ опытовъ слѣдуетъ, что, какъ бы ни были различны дѣйствія упругости тѣла, смотря потому, стремится ли внѣшняя сила сжать, вытянуть, согнуть, или повернуть оное тѣло, всѣ сіи дѣйствія можно подвести подъ одинъ общій законъ, что: *равные* (но небольшіе) *увеличиванія дѣйствующей силы производятъ и равные мѣстоизмѣненія въ тѣлахъ*; т. е. перемѣны относительно занимаемаго ими пространства. Изъ онаго слѣдуетъ (§ 77.), что сопротивленіе, оказываемое упругостію тѣла, находится въ одинако-

вомъ отношеніи къ мѣстоизмѣненію, которому подвергаются части онаго тѣла.

Сей законъ подтвердится: 1.) если возмемъ длинную какую либо струну, снурокъ, или тому подобное, будемъ вытягивать оную посредствомъ привѣшенныхъ гирь и потомъ вымѣряемъ, на сколько та струна при каждомъ прибавленіи гирь вытянется; 2.) если возмемъ стальную винтообразную или изогнутую зубцами пружину и будемъ сжимать или вытягивать оную посредствомъ наложенныхъ на нее, или привѣшенныхъ къ ней гирь; 3.) если возмемъ длинный и тонкій брусочикъ, укрѣпимъ одинъ его конецъ такъ, чтобы брусочикъ находился въ горизонтальномъ положеніи, а другой станемъ гнуть привѣшенными къ нему гирями; и наконецъ 4.), если возмемъ длинную струну, натянемъ ее гирею, снабженной горизонтальною стрѣлкой, посредствомъ круговращенія которой и самая струна станетъ вертѣться, и будемъ наблюдать уголъ уклоненія той стрѣлки.

Но при всѣхъ таковыхъ опытахъ недолжно выходить за предѣлы полной упругости даннаго тѣла; потому что и безъ опытовъ ясно усмотрѣть можно, что сей законъ долженъ имѣть вообще нѣкоторое ограниченіе. Ибо если, напримѣръ, винтообразная пружина отъ наложенной на нее тяжести въ одинъ лотъ укоротится на $\frac{1}{100}$ часть длины своей, то отъ 100 лотовъ должна бы была уничтожиться вся ея длина, чего быть не можетъ.

§ 81.

Самая бо́льшая упругость оказывается въ закаленой стали, кованой зеленой мѣди, слоновой и вообще всякой другой кости, сухомъ деревѣ (особенно пихтовомъ и сосновомъ), китовомъ усѣ и пр.; самая ме́ньшая—въ свинцѣ, оловѣ, чистомъ золотѣ и серебрѣ, въ мягкихъ глинахъ и пр.

§. 82.

Изъ всего вышесказаннаго явствуетъ несомнѣнно, что *упругость есть собственно ничто иное, какъ дѣйствіе силы вязкости*; ибо части твердаго тѣла вяжутся между собою, какъ мы уже видѣли, почти всегда весьма значительною силою. Но при всемъ томъ связь сія такого рода, что дѣйствующая на тѣло сила можетъ произвесть въ оныхъ частяхъ бо́льшую или ме́ньшую противъ естественнаго ихъ положенія плотность. Означенныя же части сопротивляются при семъ дѣйствіи, и сопротивленіе ихъ всегда равно дѣйствующей на нихъ силѣ. Если перемѣны, происшедшія въ тѣлахъ во время дѣйствія силы на нихъ, невелики были, то по прекращеніи онаго дѣйствія части тѣлъ приходятъ въ первобытное свое положеніе совершенно; при бо́льшихъ же перемѣнахъ первобытное состояніе возстановляется только частію.

Примѣчаніе. Если тщательно сообразимъ всѣ сіи явленія и законы упругости, то усмотримъ, что воздухообразные тѣла неправильно называются упругими (§. 21.). Настоящее слово для выраженія ихъ свойства есть разширимость; ибо сія сила за-

ставляетъ тѣла стремиться безпрестанно занять бо́льшее пространство, напротивъ того упругость тѣлъ старается удержать всегда тоже самое пространство, т. е. не измѣнять пространства и формы. Но хотя бы и слѣдовало приписывать упругость однимъ только твердымъ тѣламъ, нельзя однакоже не сознаться, что сила расширимости производитъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ дѣйствія, совершенно подобные дѣйствіямъ упругости.

Равновѣсіе твердыхъ тѣлъ, или первые основанія Геостатики.

§ 83.

Когда двѣ или болѣе силы дѣйствуютъ на одно тѣло такъ, что ихъ дѣйствія взаимно уничтожаются, то говорятъ, что тѣло находится въ *равновѣсіи*. Теорія равновѣсія твердыхъ тѣлъ именуется *Геостатикою* (Статикою).

Мы имѣемъ въ отношеніи сего два случая для розысканія: 1) Когда силы дѣйствуютъ на свободное тѣло; т. е. никакимъ образомъ не укрѣпленное. 2.) Когда онѣ дѣйствуютъ на тѣло, которое такъ укрѣплено, что оно можетъ вертѣться вокругъ точки или оси.

Равновѣсіе свободныхъ тѣлъ.

§ 84.

Если двѣ или болѣе силъ дѣйствуютъ на одно и тоже тѣло, то каждая линія, представляющая силу

(§ 42.), означаетъ ничто иное, какъ *скорость*, которую она одна сама по себѣ сообщила бы тѣлу.

И такъ *если дѣйствуютъ двѣ противуположныя, но равныя между собою силы, по одной и той-же линіи, то онѣ производятъ равновѣсіе* (§ 32).

Если-же двѣ силы, дѣйствующія противуположно по одной и той-же линіи на какое-либо тѣло, не равны между собою, то онѣ, вмѣсто равновѣсія, *произведутъ движеніе*, коего свойство и законы зависятъ отъ обстоятельствъ, которые изложены будутъ ниже сего.

§ 85.

Если двѣ силы, ab и ac (ф. 3.) *дѣйствуютъ по различнымъ направленіямъ* на тѣло a, *то тѣло иначе не можетъ двигаться, какъ избравъ среднее между обѣихъ силъ направленіе*, т. е. оно пойдетъ по *діагоналу* ad параллелограмма abcd (§ 33.). И такъ обѣ силы производятъ то, что произвела-бы одна сила ad. ф. 3.

§ 86.

На семъ основывается *сложеніе* и *разложеніе* силъ. Вмѣсто двухъ силъ ab и ac можно найти одну, которая станетъ производить дѣйствіе, равное совокупному дѣйствію тѣхъ обѣихъ силъ; ab и ac называются *простыми* или *боковыми силами*, ad *среднею* или *сложною силою*. На основаніи сего можно каждую одну силу ad разложить на двѣ, ab и ac, имѣющія произвольное направленіе, но производящія то-же самое дѣйствіе; но только

сумма угловъ, составляемыхъ сими двумя боковыми силами ab и ac съ разлагаемою силою ad, должна быть менѣе двухъ прямыхъ (§ 34.) Отъ этого произошло наименованіе: *параллелограммъ силъ.* Нетрудно усмотрѣть изъ вышесказаннаго, какимъ образомъ можно сложить три силы или болѣе въ одну; или одну силу разложить на три или болѣе силъ.

§ 87.

Если три силы ab, ac и ad должны будутъ у-
ф. 3. держивать тѣло a (ф. 3.) въ равновѣсіи, то третья ad должна будетъ находиться на діагоналѣ параллелограмма, составленнаго изъ первыхъ двухъ силъ, и быть въ отношеніи къ противудѣйствующимъ силамъ такой величины, какую имѣетъ діагоналъ въ отношеніи къ бокамъ параллелограмма. Изъ сего усматривается, какимъ образомъ къ произвольному числу данныхъ силъ прискивается одна новая, удерживающая дѣйствіе оныхъ, т. е. производящая равновѣсіе.

§ 88.

ф. 4. Если три силы ab, ac и ad (ф. 4.), коихъ направленія находятся не въ одной плоскости, дѣйствуютъ совокупно на находящееся въ a тѣло (§ 35.), то можно удержать оное тѣло въ равновѣсіи, употребивъ четвертую силу ai, равную af, поставивъ оную противуположно діагоналу af, параллелопипеда bh.

Равновѣсіе тѣлъ, вертящихся вокругъ неподвижной оси.

§ 89.

Пусть будетъ lm (ф. 5.) тѣло, не имѣющее никакой тяжести и вертящееся вокругъ неподвижной точки c. Если на сіе тѣло дѣйствуетъ какая-либо сила ac по направленію, проходящему чрезъ точку c, то она произведетъ равновѣсіе, которое продолжится до тѣхъ поръ, пока ось означеннаго тѣла будетъ неподвижною; сила сія можетъ быть приложена въ точкахъ a или c, или въ какой-либо и другой точкѣ на линіи ac. Но приложеніе одной только силы во всякомъ другомъ направленіи произведетъ *круговращательное* движеніе. ф. 5.

§ 90.

Если въ точкѣ a приложены будутъ двѣ силы P и Q, имѣющія направленія aP и aQ, то составивъ параллелограммъ abcd, ясно усмотрѣть можно, что равновѣсіе опять будетъ имѣть мѣсто когда P : Q = ab : ad (сравн. §§ 85 и 89),

§ 91.

Когда изъ точки c опустимъ перпендикуляры ce и cf на направленіе силъ, то на основаніи законовъ Геометріи докажется, что ab: ad = ce: cf.

Примѣчаніе. Сіе доказывается подобіемъ △въ cbf и cde и равенствомъ противулежащихъ сторонъ параллелограмма abcd.

§ 92.

Для состоянія тѣла въ равновѣсіи все равно: будутъ-ли обѣ силы P и Q находиться въ точкѣ a, или въ какихъ-либо другихъ точкахъ h и g, лежащихъ въ направленіяхъ тѣхъ силъ. Въ послѣднемъ случаѣ даже все равно будетъ, находится-ли точка пересѣченія силъ, a, внутри самаго тѣла lm, или внѣ онаго. Если-же точка a находится внѣ онаго тѣла, то все равно будетъ, отстоитъ-ли она отъ него на измѣримое или неизмѣримое пространство; а посему aP и aQ могутъ быть параллельными.

И такъ во всѣхъ безъ различія случаяхъ равновѣсіе будетъ имѣть мѣсто тогда, когда $P : Q = ec : cf$.

§ 93.

Изъ сей пропорціи слѣдуетъ, что $P . cf = Q . ce$. Но перпендикуляры ce и cf называются отдаленіями силъ; ибо, пока говорится о состояніи равновѣсія, а не о дѣйствительномъ движеніи, можно принять силы какъ-бы дѣйствующими въ e и f, отвѣсно на ce и cf. Произведеніе-же отдаленія силы отъ точки подпоры на самую силу называется *моментомъ равновѣсія* (статическимъ моментомъ), посему условіе равновѣсія можно выразить и такъ: двѣ силы P и Q удерживаютъ тѣло, могущее вертѣться вокругъ c, въ равновѣсіи, когда ихъ статическіе моменты равны между собою.

§ 94.

Если болѣе двухъ силъ дѣйствуетъ на тѣло lm, то надлежитъ сперва отдѣлить силы дѣйствующія на одну, отъ силъ, дѣйствующихъ на другую сторону. Равновѣсіе будетъ имѣть мѣсто, когда сумма моментовъ первыхъ силъ равна будетъ суммѣ моментовъ вторыхъ силъ.

Центръ тяжести тѣлъ.

§ 95.

Тяжесть каждой частички твердаго тѣла можно разсматривать какъ особенную силу, дѣйствующую на оное тѣло вертикально. И такъ если-бы мы стали передвигать какое-либо тѣло ab (ф. 6.), ф 6.
находящееся на подставкѣ d, то изъ вышеозначенной теоріи равновѣсія ясно усматривается, что въ означенномъ тѣлѣ нашлась-бы такая линія, которая, будучи подпертою, привела-бы все тѣло въ равновѣсіе. Сія линія называется *линіею равновѣсія.* Если повторимъ оное дѣйствіе такъ, что вторая линія равновѣсія пересѣчется съ первою, то получимъ точку, вокругъ которой всѣ прочія части тѣла будутъ находиться въ совершенномъ равновѣсіи; эта точка именуется *центромъ равновѣсія*, или *центромъ тяжести.*

Примѣчаніе. Хотя центръ тяжести находится почти всегда внутри каждаго тѣла и можетъ быть опредѣленъ съ точностію только въ тѣлахъ, имѣющихъ геометрическую форму, но въ бо́льшей ча-

сти техническихъ случаевъ достаточно опредѣлять *точку подпоры* тѣла, надъ которою центръ тяжести находится всегда въ отвѣсномъ положеніи.

§ 96.

Когда центръ тяжести будетъ подпертъ, то подставка несетъ всю тяжесть онаго тѣла такъ, какъ будто-бы оная сосредоточена была въ одной подпертой точкѣ. Хотя однако-же положеніе это и весьма полезно въ Статикѣ, но въ Механикѣ оно можетъ увлечь къ ложному заключенію.

§ 97.

Центръ тяжести тѣла надлежитъ отличать всегда отъ средоточія самаго тѣла; ибо они совпадаютъ только въ тѣлахъ, имѣющихъ во всѣхъ частяхъ своихъ равномѣрную плотность. Въ тѣлахъ неравномѣрной плотности центръ тяжести находится всегда ближе къ плотнѣйшимъ частямъ ихъ. Въ кольцахъ и многихъ другихъ тѣлахъ онъ находится внѣ самаго тѣла.

§ 98.

Центръ тяжести каждаго тѣла можетъ быть двоякимъ образомъ подпертъ; сверху, если оное тѣло виситъ на чемъ-либо, снизу, если оно стоитъ или лежитъ на подставкѣ. Если тѣло повѣшено будетъ, напримѣръ, на снуркѣ, то центръ тяжести его будетъ всегда находиться въ продолженіи направленія того снурка. А посему центръ тяжести опредѣляется еще и другимъ способомъ,

а именно: чтобы найти оный центръ въ данномъ тѣлѣ abcd (ф. 7.), надлежитъ повѣсить это тѣ- ф. 7.
ло съ котораго-либо бока, напримѣръ ab, на снуркѣ k, въ свободномъ положеніи, и посредствомъ вѣска m, приложивъ его нитку къ точкѣ n, начертить на тѣлѣ направленіе той нитки nm; потомъ, повѣсивъ тѣло съ какой-либо другой стороны, напримѣръ bc (ф. 8.), опять начертить на- ф. 8.
правленіе по вышепоказанному; тогда точка пересѣченія сихъ направленій, g, будетъ искомая точка подпоры.

Законы равномѣрно ускореннаго движенія, или первые основанія Геомеханики, и приложеніе оныхъ къ паденію тѣлъ.

§ 99.

По причинѣ неизмѣняемости силы тяготѣнія (§ 46.) движеніе падающаго тѣла должно быть *равномѣрно ускоренное* (§ 29.), если другія какія-либо силы не противудѣйствуютъ оному. Поелику-же теорія сего рода движенія совокупно съ вышеизложенною теоріею равномѣрнаго движенія, составляютъ основаніе всей теоріи движенія тѣлъ, или Геомеханики, то и необходимо здѣсь изложеніе законовъ первой.

Теорія равномѣрно ускореннаго движенія.

§ 100.

Движеніе называется равномѣрно ускореннымъ, если скорость онаго увеличивается въ равные времена равными количествами. Изъ сего слѣдуетъ:

1) *Что скорость ростетъ въ одинаковомъ содержаніи со временемъ;* это есть первый основный законъ.

2) *Что пути, пройденные тѣлами, содержатся между собою какъ квадраты временъ, употребленныхъ оными на ихъ паденіе;* ибо хотя изъ перваго закона и слѣдуетъ заключить, что пути въ равные времена увеличиваются равными пространствами, но вышесказанное доказывается различными способами, изъ коихъ мы выбираемъ нижеслѣдующій:

ф. 9. Пусть AN (ф. 9.) представляетъ начертательно время (но не путь) равномѣрно ускореннаго движенія. Проведемъ изъ A, подъ произвольнымъ острымъ угломъ, линію An, назначимъ на AN равныя, но весьма малыя части AB, BC, CD и проч. и опустимъ изъ точекъ дѣленія перпендикуляры Bb, Cc, Dd и проч. Если мы части времени AB, BC и проч. примемъ за безконечно малыя, и назовемъ ихъ мгновеніями, Bb назовемъ путемъ, который пройдетъ движущееся тѣло въ первое мгновеніе, то легко удостовѣримся изъ перваго закона, соединеннаго съ извѣстными геометрически-

ми положеніями, что Cc, Dd, Ee и проч. будутъ относительные пути втораго, третьяго, четвертаго и проч. мгновеній. И такъ если AM и AN представляютъ два различные полные времени, то Mm и Nn будутъ разстоянія, проходимые тѣлами въ послѣдніе мгновенія тѣхъ временъ. Поелику-же пути, пройденные тѣлами въ полные времена AM и AN равны суммамъ безконечнаго числа перпендикуляровъ (Bb, Cc, Dd и пр.), опущенныхъ между AM и между AN, на линію An, суммы-же сіи пропорціональны площадямъ треугольниковъ AMm и ANn, то слѣдовательно пути, пройденные во времена AM и AN содержатся между собою такъ, какъ треугольники AMm и ANn.

Но $\triangle$ AMm : $\triangle$ ANn $= (A\ M)^2 : (A\ N)^2$; слѣдовательно пути, пройденные тѣлами съ самаго начала ихъ движенія, содержатся между собою какъ квадраты временъ; что составляетъ второй основный законъ.

3) Но поелику $\triangle$ AMm : $\triangle$ ANn $= (Mm)^2 : (Nn)^2$, слѣдовательно *пути содержатся между собою* еще и *такъ, какъ квадраты скоростей послѣднихъ мгновеній*. Вотъ третій основный законъ.

§ 101.

Предыдущій § опредѣляетъ только содержанія, но связь между временемъ, путемъ и скоростію выражается слѣдующимъ положеніемъ: *путь тѣла, движущагося равномѣрно ускоренно, равенъ половинѣ того пути, который-бы оное тѣло прошло*

двигаясь въ продолженіе того-же времени со скоростію, принадлежащею послѣднему мгновенію.

ф. 10. *Доказательство.* Пусть ab (ф. 10.) представляетъ время равномѣрно ускореннаго движенія, а bc скорость послѣдняго мгновенія, то △ abc пропорціоналенъ будетъ пути. Если представимъ себѣ, что тѣло имѣло съ самаго перваго мгновенія скорость=bc, съ коею двигалось во все время равномѣрно, то усмотримъ, что путь его пропорціоналенъ прямоугольнику abcd; но △ abc $= \frac{1}{2}$ ▭ abcd.

Прибавленіе. Если раздѣлимъ время пополамъ въ точкѣ e, то ef $= \frac{1}{2}$ bc. Если-бы тѣло имѣло съ самаго начала равномѣрную скорость, то путь его abhg равенъ-бы былъ равномѣрно ускоренному пути abc.

§ 102.

Оба предыдущіе §§ заключаютъ въ себѣ все основаніе теоріи равномѣрно ускореннаго движенія, и изъ оныхъ можно вывести формулы, посредствомъ коихъ содѣлывается весьма удобнымъ разрѣшеніе каждой задачи, относящейся къ сему движенію.

1.) Вопервыхъ выводится изъ § 101-го сравненіе между путемъ первой секунды и скоростію послѣдняго мгновенія оной секунды. Если скорость сію назовемъ 2g, то путь тѣла (§ 101. прибавл.) будетъ такъ великъ, какимъ-бы онъ долженъ былъ быть при равномѣрномъ движеніи тѣла со скоростію g, т. е. $\frac{2g}{2}$. Но двигаться равномѣрно со ско-

ростію g въ продолженіе цѣлой секунды значитъ ничто иное какъ пройти оный путь g; ибо сей путь изображаетъ собственно мѣру скорости (§ 28).

Величину g называютъ *мѣрою ускоренія*, или просто *ускореніемъ*. Если дана величина сія въ какомъ-либо случаѣ подобнаго движенія, то и всѣ прочіе обстоятельства онаго движенія совершенно опредѣлены.

2.) Для первой единицы времени имѣемъ мы a) время $= 1$; b) путь $= g$; c) скорость $= 2g$; а посему для всякаго другаго времени надлежитъ поставить:

Время $= t$; путь $= s$; скорость $= c$; то по силѣ § 100-го, закона 1-го, будетъ: $1 : t = 2g : c$; и такъ:

a.) $c = 2gt$; b.) $t = \frac{c}{2g}$;

далѣе по § 100, закону 2-му, будетъ: $1 : t^2 = g : s$, и такъ c.) $s = gt^2$; d.) $t = \sqrt{\frac{s}{g}}$;

наконецъ по тому-же §, закону 3-му, будетъ: $(2g)^2 : c^2 = g : s$, и такъ: e.) $s = \frac{c^2}{4g}$; f.) $c = \sqrt{4gs}$.

И такъ если извѣстно g, т. е. путь, проходимый равноускоренно движущимся тѣломъ въ первую секунду его движенія, то имѣя даннымъ одну изъ сихъ трехъ величинъ t, s или c, можно всегда найти обѣ другія, неизвѣстныя.

Приложеніе къ паденію тѣлъ.

§ 103.

Движеніе каждаго свободно падающаго тѣла, побужденнаго къ сему паденію одною только силою тяготѣнія, должно быть не иное какое, какъ *равномѣрно ускоренное*; ибо тяжесть его остается въ каждомъ мгновеніи одна и та-же. Но изъ предыдущаго § явствуетъ, что всѣ вопросы, относящіеся къ движенію сего рода, могутъ быть рѣшены, если только съ надлежащею точностію извѣстно пространство, проходимое тѣломъ въ первую секунду. По опытамъ найдено, что для падающихъ тѣлъ величина $g = 16 \frac{1}{12}$ русскимъ футамъ.

§ 104.

Если тѣло брошено будетъ съ какою-либо скоростію отвѣсно вверхъ, то собственная онаго тѣла тяжесть будетъ умедлять сію скорость во все время подъема тѣла, такъ, какъ при паденіи онаго тѣла, тяжесть сія увеличиваетъ его скорость. И такъ *тѣло, кинутое вверхъ, будетъ до тѣхъ поръ подыматься, пока потеряетъ всю свою скорость, послѣ чего начнетъ оно падать и въ концѣ своего паденія пріобрѣтетъ ту-же скорость, съ каковою оно брошено было вверхъ.* Изъ сего явствуетъ, что тѣло, низпадая, пріобрѣтаетъ въ каждой точкѣ своего движенія такую скорость, ка-

кую оно имѣло въ сей самой точкѣ, возходя вверхъ.

Примѣчаніе. Каждый вопросъ, относящійся до равномѣрно умедленнаго движенія, можетъ быть прѣвращенъ въ подобный вопросъ о равномѣрно ускоренномъ движеніи; почему всѣ задачи, относящіяся къ равномѣрно умедленному движенію, рѣшаются посредствомъ тѣхъ-же формулъ (§ 102).

§ 105.

Все вышесказанное, будучи взято въ строгомъ смыслѣ, относится только къ паденію тѣлъ въ безвоздушномъ пространствѣ. Въ воздухѣ равномѣрное ускореніе не можетъ имѣть вышеупомянутой точности, ибо падающее тѣло должно въ каждое мгновеніе отстранять нѣкоторое количество воздуха, слѣдовательно приводить оный воздухъ въ движеніе. Но сколько падающее тѣло сообщаетъ движенія воздуху, столько оно само теряетъ отъ своего движенія (§ 44.); и такъ если падающее тѣло имѣетъ малую массу, но большой объемъ, то ясно, что его движеніе весьма много замедлится отъ сопротивленія воздуха; что дознано также и по опытамъ. Напротивъ того сопротивленіе воздуха дѣлается тѣмъ менѣе замѣтно, чѣмъ менѣе объемъ и чѣмъ болѣе масса падающаго тѣла.

Паденіе тѣлъ по наклоненной плоскости.

§ 106.

ф. 11. Если тѣло d (ф. 11.) положено будетъ на неподвижную наклоненную плоскость AB, то оно скатится или соскользитъ съ оной, но съ меньшею силою, нежели при свободномъ отвѣсномъ паденіи. Если проведемъ чрезъ произвольную точку A отвѣсную линію AC, а чрезъ другую такую-же точку B горизонтальную BC, то можно будетъ доказать, что тяжесть тѣла содержится къ силѣ его на наклоненной плоскости какъ AB : AC.

Доказательство. Пусть будетъ d центръ тяжести тѣла, отвѣсная-же линія de, проведенная изъ онаго центра до наклоненной плоскости, выражаетъ вѣсъ всего тѣла, т. е. силу, съ коею оно стремится упасть, находясь въ свободномъ положеніи. То проведя df и eg отвѣсно къ AB, и dg параллельно къ AB, сила de разложится на двѣ (§ 86.), изъ коихъ одна будетъ перпендикулярна, а другая параллельна къ AB. Первая не можетъ произвесть движенія, потому что она уничтожается отъ сопротивленія самой плоскости; вторая же, dg, дѣйствуетъ въ томъ направленіи, въ которомъ одномъ только тѣло можетъ двигаться само собою; и такъ одна сія сила будетъ производить его движеніе по наклоненной плоскости. Слѣдовательно, *сила тѣла при его отвѣсномъ паденіи* (т. е. тяжесть онаго тѣла) *содержится къ*

силѣ наклоненнаго паденія, по направленію dg, *такъ какъ de:* dg; ибо △ ABC ∽ △ dge, слѣдов. de: dg = AB: AC.

§ 107.

Въ какомъ бы мѣстѣ ни находилось тѣло на наклоненной плоскости, сила, заставляющая его падать, будетъ вездѣ одинакова. А посему наклоненное паденіе должно быть также равномѣрно ускоренное, но только съ меньшимъ ускореніемъ. Ускореніе при отвѣсномъ паденіи, названное нами g, будетъ содержаться къ ускоренію при наклоненномъ паденіи, какъ AB: AC. А какъ $g = 16\frac{1}{12}$ футовъ, то нужно еще только узнать содержаніе AB: AC, чтобы опредѣлить всѣ обстоятельства наклоненнаго паденія.

§ 108.

Весьма замѣчательно при семъ случаѣ то, что тѣло d, катясь отъ A до B, пріобрѣтаетъ ту-же самую скорость, какую-бы оно пріобрѣло низпадая свободно изъ A въ C; ибо во сколько разъ путь AB длиннѣе пути AC, ровно во столько разъ движеніе скользящаго тѣла медленнѣе движенія падающаго.

Примѣчаніе 1. Если ускореніе тяжести = g, то ускореніе на наклоненной плоскости найдемъ изъ пропорціи

$$AB : AC = g : \left(\frac{AC\,g}{AB}\right).$$

И такъ если с будетъ скорость паденія тѣла изъ A въ C, к скорость наклоненнаго паденія отъ A къ B, то по § 102^му, формулѣ f, будетъ:

$C=\sqrt{(4\,g\,AC)}$; $к=\sqrt{(4\,\frac{AC\,g}{AB}\,AB)}=\sqrt{(4\,g\,AC)}$; слѣд. $c=к$.

Примѣчаніе 2. Точно то-же послѣдуетъ относительно скорости, если данная наклоненная плоскость будетъ состоять изъ ломанной линіи. А поелику каждую дугу можно принять за ломанную линію, состоящую изъ безконечнаго числа малыхъ хордъ, то слѣдовательно то-же доказательство можетъ перенесено быть и на дугообразную наклоненную плоскость.

Своводное, криволинейное движеніе,

Метательное движеніе.

§ 109.

Если какое-либо тяжелое тѣло брошено будетъ какимъ-либо толчкомъ въ сторону, то оно путемъ своимъ опишетъ кривую линію, коей форму найти можно посредствомъ строенія.

ф. 12. Положимъ, что тѣло a (ф. 12.) брошено толчкомъ по направленію ax, между тѣмъ оно стремится, по причинѣ тяжести своей, по направленію ay, то его путь опредѣлится слѣдующимъ образомъ: пусть пробѣжитъ тѣло посредствомъ силы метанія въ первую секунду пространство ab, во вторую секунду равное первому пространство bc, въ третью секунду такое-же пространство cd и

т. д.; а посредствомъ тяжести своей въ первую секунду опустится на $16\frac{1}{12}$ футовъ$=ab'$, во вторую секунду на $16\frac{1}{12}\times3=b'c'$ въ третью секунду на $16\frac{1}{12}\times5=c'd'$ и т. д.; то составивъ на основаніи §§ 33 и 42, параллелограммы abcb', acfc' и adgd' получимъ въ aefg путь брошеннаго тѣла. Здѣсь путь тѣла изобразился ломанною линіею; но если мы вмѣсто секунды времени будемъ брать мгновенія, то начертится безчисленное множество параллелограммовъ, безпрестанно возрастающихъ, діагоналы коихъ образуютъ кривую линію amemfmg, означающую настоящій путь брошеннаго тѣла.

Примѣчаніе. Посредствомъ высшей Геометріи докажется, что сія кривая линія принадлежитъ къ роду линій, называемыхъ *параболами.*

Центральное движеніе.

§ 110.

Изъ предыдущаго явствуетъ, что для произведенія криволинейнаго движенія необходимы по крайней мѣрѣ двѣ силы, и что изъ сихъ двухъ одна должна непремѣнно произвесть ускоренное движеніе, между тѣмъ какъ другая можетъ состоять въ мгновенномъ толчкѣ. Въ числѣ безконечно разнообразныхъ случаевъ сего рода важнѣйшимъ для естествоизслѣдованія почитается тотъ, въ коемъ одна сила безпрестанно притягиваетъ тѣло къ какому-либо центру, между тѣмъ какъ другая сила сообщаетъ оному тѣлу боковое въ

отношеніи къ первому движеніе. Совокупленіе таковыхъ силъ названо *центральностію*, а самыя силы и произведенные ими движенія—*центральными.*

§ 111.

Сперва разсмотримъ, какое движеніе получитъ тѣло, если на него дѣйствовать будетъ только одна центральная сила.

ф. 13. Пусть будетъ с (ф. 13.) такая точка, которая безпрестанно притягиваетъ къ себѣ тѣло, находящееся въ а. Сіе тѣло пойдетъ прямо на точку с, если никакая другая сила не станетъ ему препятствовать въ томъ, и движеніе его будетъ ускоренное; ибо ясно само собою, что притягательная сила безпрерывно будетъ притягивать оное тѣло а, гдѣ-бы таковое ни находилось. По причинѣ недѣйственности тѣла оно двигалось-бы въ каждомъ мгновеніи со скоростію предшествовавшаго тому мгновенія, но поелику центральная сила не престаетъ на него дѣйствовать, то оно должно будетъ въ каждомъ мгновеніи своего движенія ускорять таковое для приближенія къ точкѣ с; т. е. его движеніе превратится въ равномѣрно ускоренное. Если предположимъ теперь, что въ с не находится противудѣйствующей оному тѣлу массы, то оно приобрѣтетъ въ сей точкѣ самую большую скорость (maximum); слѣдовательно оно уже не можетъ остановиться въ этой точкѣ, но должно будетъ идти чрезъ точку с къ b. Но какъ въ движеніи его отъ с къ b притягательная сила будетъ уже дѣйствовать точно также

противъ его движенія, какъ она дѣйствовала въ пользу его, при прохожденіи имъ пути отъ a къ c, то слѣдовательно движеніе онаго тѣла отъ c къ b превратится въ равномѣрно умедленное. А поелику центральная сила дѣйствуетъ въ обѣ стороны равно, то слѣдовательно скорость движущагося тѣла должна на пути его отъ c къ b столькимъ-же уменьшаться, сколькимъ она увеличивалась на пути отъ a къ c, слѣдовательно тѣло на равныхъ отстояніяхъ отъ c будетъ имѣть и равную скорость. И такъ если сдѣлаемъ $cb=ca$, то тѣло должно будетъ имѣть въ точкахъ a и b скорость$=o$, т. е. оно дойдетъ только до b и потомъ пойдетъ опять въ a тѣмъ-же порядкомъ. Изъ сего видно, что движеніе тѣла изъ a въ b, и изъ b въ a продолжаться будетъ безконечно, если не воспрепятствуетъ ему въ томъ какая-либо другая сила.

Таковые взадъ и впередъ обращенные движенія называются вообще *качательными*; если они происходятъ на весьма малыхъ разстояніяхъ, то ихъ называютъ *колебательными*.

§ 112.

Теперь положимъ, что центральная сила c (ф. 14.) притягиваетъ находящееся въ a тѣло, которое, въ тоже время, по вліянію другой силы, побуждается идти по направленію ad. Хотя центральная сила дѣйствуетъ всегда постоянно, но, для удобнѣйшаго объясненія предстоящаго, положимъ, что ея дѣйствіе совершается толчкообразно, пов- ф. 14.

торяясь чрезъ весьма малыя частицы времени, на примѣръ чрезъ каждое мгновеніе. Пусть въ первое мгновеніе стремятся привести оное тѣло: центральная сила изъ a въ b, а боковая сила изъ a въ d, то оное тѣло пройдетъ по діагоналу ae параллелограмма abde. Продолжимъ теперь ae до eg=ae, то eg будетъ путь, который прошло-бы тѣло во второе мгновеніе, еслибы при началѣ этого мгновенія центральная сила не заставляла его идти отъ e къ f. И такъ тѣло пройдетъ и въ семъ мгновеніи діагоналъ eh параллелограмма efhg и т. д. Изъ сего усматривается что, по вышеозначенному предположенію, тѣло должно-бы было описать путемъ своимъ ломанную линію aehl. Но поелику центральная сила дѣйствуетъ постоянно, а не толчкообразно, то слѣдовательно истинный путь тѣла будетъ *кривая линія*, коей форма можетъ быть безконечно различною, завися въ семъ отношеніи частію отъ различной величины и направленія боковой силы, частію же отъ различной величины и законовъ центральной силы.

§ 113.

Силу, притягивающую въ c, называютъ *центростремительною* и противуполагаютъ ей другую, *центробѣжную*. Понятіе о центробѣжной силѣ перепутано нѣкоторыми писателями, а потому прилагаемъ здѣсь объясненіе. Гюйгенсъ, первый употребилъ сіе названіе, но онъ принималъ таковое совершенно въ другомъ значеніи. Дѣйствіе силъ, заставляющихъ тѣло a идти по направленію діаго-

нала ae, объяснялъ онъ такъ: Если продолжимъ ab, сдѣлаемъ am = ab и проведемъ dm, то aedm представитъ параллелограммъ, и можно будетъ сказать, что сила ad разложена на двѣ—am и ae, изъ коихъ am противуположна центростремительной; при томъ явствуетъ также, что она будетъ всегда равна ей, слѣдовательно обѣ силы сіи взаимно уничтожаются и тѣло должно слѣдовать только по направленію силы ae. Гюйгенсъ назвалъ силу am центробѣжною. Вмѣсто того многіе писатели называютъ боковую силу ad центробѣжною, между тѣмъ какъ приличнѣе было-бы назвать ее *тангентіальною* силою, потому что она стремится всегда заставить тѣло идти по направленію тангенса криволинейнаго, но настоящаго пути тѣла.

И такъ центробѣжная сила не есть дѣйствительно самобытная сила, но центростремительная сила совокупно съ тангентіальною или, лучше сказать, съ недѣйственностію самаго тѣла производятъ такое дѣйствіе, по которому можно-бы было предполагать и силу центробѣжную.

На семъ простомъ дѣйствіи силъ основано удивительное теченіе небесныхъ тѣлъ.

Движенія на предназначенномъ пути.

§ 114.

Тѣло можно различными образами заставить принять другой путь, нежели какой-бы оно при-

няло подвергаясь свободному дѣйствію силъ; а посему различаютъ въ Геомеханикѣ *свободное движеніе* отъ *движенія на предназначенномъ пути.* Мы здѣсь изложимъ только два рода послѣдняго движенія: *круговращательное движеніе и качательное или маятникообразное.*

Круговращательное движеніе.

§ 115.

ф. 15. Пусть будетъ c (ф. 15.) центръ тяжести какого либо тѣла, имѣющаго объемомъ своимъ кругъ ade, сквозь центръ сей проходитъ ось, вокругъ коей оное тѣло вертится безъ препятствій. Если тѣло сіе получитъ толчокъ въ какомъ-либо направленіи, минующемъ ось его, то оно начнетъ вертѣться, и каждая точка его должна будетъ описать кругъ около c. Сіе движеніе будетъ равномѣрнымъ, если не встрѣтится приономъ тренія, или какого-либо другаго препятствія; напротивъ того при препятствіи движеніе съ каждымъ мгновеніемъ будетъ болѣе и болѣе замедляться, и потомъ совершенно прекратится.

§ 116.

При круговращательномъ движеніи сила вязкости самаго тѣла принимаетъ на себя должность центростремительной силы. Но какъ велико будетъ ея дѣйствіе, въ качествѣ центростремительной силы опредѣлить нельзя, ибо сія величина зависитъ не отъ качества внутренняго состава частей, но

единственно отъ *движенія* и *формы* круговращающагося тѣла.

Чтобы ясно усмотрѣть сіе, положимъ, что ag (ф. 15.) есть дуга, которую описываетъ точка a вертящагося тѣла въ самое малое время. Проведемъ тангенсъ ab и составимъ параллелограммъ afgh. Если af представляетъ силу, съ коею точка a стремится уйти по направленію тангенса, то ah будетъ величина центростремительной силы, заставляющей оную точку идти въ c; но сія величина ah вовсе не зависитъ отъ физическаго строенія тѣла, ее опредѣляютъ одни только геометрическіе условія.—При каждомъ центральномъ движеніи образуется всегда центробѣжная сила (§ 113.), которая имѣетъ мѣсто въ каждой точкѣ круговращающагося тѣла, и бываетъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ далѣе отстоитъ та точка отъ c, и чѣмъ болѣе скорость оной точки. Поелику же скорость сія не имѣетъ предѣловъ, то въ каждомъ случаѣ она можетъ увеличиться до того, что центробѣжная сила превзойдетъ силу вязкости тѣла, слѣдовательно частица a должна будетъ вырваться, дабы идти по направленію тангенса af. Если-бы мѣсто, отъ коего оторвалась сія точка a, пришло въ g, то оторванная частица находилась-бы въ это время въ f, и относительно къ первому мѣсту своему отстояла-бы отъ c на линію eg далѣе прежняго, и этою-же линіею eg выразилось-бы начертательно и дѣйствіе центробѣжной силы. Хотя въ семъ чертежѣ gf и не вертикальна къ дугѣ, но не должно упускать изъ виду

шого, что дугу ag мы можемъ представить себѣ безконечно малою.

§ 117.

Изъ дѣйствій центробѣжной силы опредѣляется весьма ясно сплющенная форма міровыхъ тѣлъ и уменьшеніе тяжести подъ экваторомъ, равнымъ образомъ и разнообразные каждодневные явленія круговращательнаго движенія.

Качательное движеніе маятника.

§ 118.

Если центръ тяжести какого-либо тѣла находится внѣ круговращательной оси его, то тѣло можетъ быть въ покоѣ только тогда, когда означенный центръ тяжести находится отвѣсно подъ самою осью (*). Хотя косымъ ударомъ и можно привести такое тѣло въ круговращательное движеніе, но таковое движеніе будетъ неравномѣрнымъ. Впрочемъ можно привести таковое

(*) Хотя въ изданной мною Технической Механикѣ, въ § 207 и сказано, что колесо можетъ быть въ равновѣсіи, когда центръ тяжести его находиться будетъ и надъ осью отвѣсно, но это относится только къ пробѣ колесъ, и теоріи маятника изъ сего случая вывести не возможно. Кто короче знакомъ съ техническою частію Механики, тотъ, безъ всякаго сомнѣнія, знаетъ изъ опытовъ, какъ велико различіе между сихъ двухъ отношеній, и навѣрное не смѣщаетъ ихъ между собою.

тѣло въ движеніе посредствомъ собственной его тяжести, безъ всякаго удара; для сего надлежитъ повернуть его болѣе или менѣе въ сторону, такъ, чтобы центръ тяжести его вышелъ изъ отвѣсной линіи, опущенной изъ оси тѣла. Если въ такомъ положеніи предоставимъ тѣло самому себѣ, то произойдетъ качательное или маятникообразное движеніе, весьма важное для объясненія многихъ явленій.

§ 119.

Каждое тѣло ac (ф. 16.) произвольной величины и формы называется *сложнымъ* или *физическимъ маятникомъ*, если центръ тяжести его, b, не совпадаетъ съ осью круговращенія тѣла, т. е. съ точкою a, за которую оное тѣло повѣшено. ф. 16.

Простымъ, геометрическимъ маятникомъ называется прямая линія ab (ф. 17.), вертящаяся вокругъ точки a, въ коей только другая конечная точка b принимается за тяжелую, и какъ таковая уже и разсматривается. Такого маятника въ натурѣ быть не можетъ, но маленькое тѣло b (ф. 18.) изъ плотной массы состоящее и повѣшенное на тонкой ниткѣ ab можетъ замѣнить таковый математическій маятникъ. За длину сего простаго маятника принимается отдаленіе точки a отъ центра тяжести тѣла b. ф. 17. ф. 18.

§ 120.

Если простой маятникъ ab (ф. 19.) приведемъ въ положеніе ac и пустимъ его свободно, то ф. 19.

тѣло b принуждено будетъ описать дугу cb. Сіе движеніе будетъ ускоренное, ибо въ каждой точкѣ онаго тяжесть не престаетъ дѣйствовать; однако-же побужденіе къ ускоренію не можетъ быть равномѣрнымъ, но должно постепенно уменьшаться, потому что путь тѣла, приближаясь болѣе къ b, приближается также и къ горизонтальному положенію, почему и самое побужденіе къ ускоренію по § 107[му] должно безпрестанно ослабѣвать. Но скорость тѣла (которую недолжно смѣшивать съ побужденіемъ къ ускоренію) на всемъ разстояніи отъ с къ b безпрерывно увеличивается, и дѣлается въ b (гдѣ побужденіе къ ускоренію = о) самою бо́льшею. А посему тѣло не можетъ остановиться въ b, но должно, по причинѣ пріобрѣтенной имъ скорости, продолжать путь свой отъ b до h. Здѣсь однакоже усматриваемъ мы, что скорость его, по причинѣ уже противудѣйствія тяжести, въ томъ-же содержаніи должна уменьшаться, въ какомъ прежде увеличивалась, такъ что напримѣръ въ g она равна будетъ той, какую тѣло имѣло на той-же высотѣ, но въ с. И такъ если проведемъ чрезъ точку с, отъ коей началось движеніе, горизонтальную линію ch, то увидимъ, что тѣло дойдетъ на противуположной сторонѣ только до высоты h; но въ сей точкѣ h оно будетъ находиться въ томъ-же положеніи, въ какомъ оно было въ точкѣ с, а потому оно пойдетъ изъ h назадъ въ с и такимъ образомъ будетъ продолжать качательное движеніе (§ 111).

Нѣкоторые естествоиспытатели называютъ ходъ маятника туда и обратно (вмѣстѣ взятые) ударомъ его, другіе считаютъ въ это время два удара; мы держимся послѣдняго, а посему ударъ маятника ab измѣряемъ дугою cbh.

§ 121.

Таковые однообразные качанія маятника производились-бы, безъ сомнѣнія, безпрерывно, если-бъ не встрѣчалось препятствій для движенія. Но сопротивленіе воздуха и притомъ хотя малая, но необходимая сила для произведенія сгиба нитки въ a, отнимаютъ у маятника въ каждое мгновеніе частицу его скорости. А посему второй ударъ никогда не достигнетъ до высоты перваго, третій до высоты втораго и т. д.; слѣдовательно, дуга качаній дѣлается все короче и наконецъ обратится въ 0 и маятникъ остановится.

§ 122.

Весьма легко опредѣлить скорость, которую будетъ имѣть тѣло, составляющее маятникъ, въ каждой точкѣ пути своего, если предположимъ вышепоказанные препятствія совершенно отсутствующими. Если напримѣръ маятникъ ab (ф. 19.) ф. 19.
началъ свое движеніе въ c, то скорость его тѣла въ e или g будетъ, по § 108, равна той, какую-бы получило оно при свободномъ паденіи своемъ изъ d въ f; слѣдовательно $c = \sqrt{4g.df}$. Такимъ-же образомъ скорость его въ b будетъ равна скорости, принадлежащей высотѣ db; т. е. $c = \sqrt{4g.db}$.

По дальнѣйшимъ изслѣдованіямъ сего предмета найдено, что *времена уклоненій различныхъ маятниковъ содержатся между собою такъ, какъ квадратные корни изъ длины тѣхъ маятниковъ.*

§ 123.

Поелику сложный маятникъ имѣетъ нѣсколько тяжелыхъ точекъ, то слѣдовательно онъ состоитъ изъ столькихъ одинакихъ маятниковъ, сколько въ немъ тѣхъ точекъ. Такъ какъ точки сіи имѣютъ различное отстояніе отъ оси своей, то онѣ образуютъ маятники различной длины, которые совершали-бы пути уклоненій своихъ въ неравные времена, если-бъ были раздѣлены между собою. По причинѣ-же ихъ соединенія движеніе кратчайшихъ умедляется, а должайшихъ ускоряется взаимнымъ другъ на друга вліяніемъ; посему въ каждомъ сложномъ маятникѣ должна быть точка, коей отдаленіе отъ оси равняется длинѣ простаго маятника, ударяющаго съ нимъ одновременно. Сія точка называется *точкою каганій;* чтобы найти ея отдаленіе отъ оси надлежитъ взять простой маятникъ (§ 119.) и до тѣхъ поръ длину его увеличивать или уменьшать, пока сдѣлаются удары обоихъ маятниковъ одновременными; тогда стоитъ только вымѣрять длину простаго маятника и получится искомое.

Такъ какъ симъ способомъ можно каждый сложный маятникъ привести въ простой, то слѣдовательно все вышесказанное относится и къ сложнымъ маятникамъ.

Маятникъ, проходящій уголъ уклоненія своего въ одну секунду, называется *секунднымъ маятникомъ.*

Употребленіе маятника.

§ 124.

Дабы избѣжать могущей произойти неясности отъ смѣшенія понятій, надлежитъ предварительно показать различіе между *тяжести* и *вѣсомъ*. Тяжестію называется та сила, которая заставляетъ каждую отдѣльную точку тѣла стремиться къ землѣ. Сія тяжесть не можетъ быть измѣряема вѣсомъ тѣла; ибо вѣсъ есть ничто иное какъ давленіе, производимое безконечнымъ числомъ тяжелыхъ точекъ онаго тѣла на подставку. Тяжесть же собственно, дѣйствующая во всѣхъ точкахъ тѣла одинаково, можетъ быть измѣряема только скоростію, которую она сообщаетъ каждой точкѣ, слѣдовательно и всему тѣлу въ какое либо данное время, напримѣръ въ секунду. Изъ сего явствуетъ, что скорость, приобрѣтаемая въ концѣ первой секунды падающимъ тѣломъ ($2g = 16\frac{1}{12}$ футамъ), есть настоящая мѣра силы тяжести. Но еще удобнѣе принимать за сію мѣру путь тѣла въ первую секунду (g), равный всегда половинѣ вышеозначенной скорости. По сей же самой причинѣ называютъ величину g мѣрою ускоренія (§ 102.).

§ 125.

Всѣ законы тяжести, предварительно изложенные въ главѣ о тяготѣніи тѣлъ, подтверждаются опытами, состоящими въ тщательномъ наблюденіи качаній маятника. Ибо должно замѣтить слѣдующее:

1.) Неизмѣняемая равновременность качаній, на одномъ и томъ-же мѣстѣ совершающихся, доказываетъ неизмѣняемость величины g, т. е. *неизмѣняемость силы тяжести на одномъ и томъ-же мѣстѣ*, или на мѣстахъ, недалеко одно отъ другаго отстоящихъ.

2.) Маятникъ доказываетъ, хотя не такъ поразительно, но гораздо связнѣе, нежели опыты въ разрѣженномъ воздухѣ (о коихъ говорено будетъ ниже сего) что *всѣ тѣла приобрѣтаютъ равную скорость при паденіи своемъ*; ибо тѣло, падающее медленнѣе другихъ тѣлъ, должно-бы было совершать и самые качанія свои медленнѣе, если-бъ употребили его вмѣсто маятника; потому что величина изъ g должна-бы была для него быть меньшею.

3.) Простой секундный маятникъ представляетъ средство къ опредѣленію съ величайшею точностію пути падающаго въ первую секунду тѣла. Ибо и безъ теоретической подробности явствуетъ, что между длиною простаго секунднаго маятника и означенною высотою паденія должно находиться неизмѣняемое отношеніе; поелику и то и другое составляютъ на одномъ и томъ-же мѣстѣ неизмѣняемыя величины.

4.) Посредствомъ наблюденій надъ маятникомъ оправдалось совершенно утвержденіе Невтона, что *тяжесть* должна быть *подъ экваторомъ менѣе, нежели въ мѣстахъ ближе къ полюсамъ лежащихъ.* Ибо маятникъ, ударяющій у насъ ровно секунды, идетъ подъ экваторомъ медленнѣе, а въ полярныхъ странахъ скорѣе. А посему должно подъ экваторомъ дѣлать его короче, а подъ полюсами длиннѣе, для полученія въ тѣхъ странахъ секунднаго маятника. Слѣдующая за симъ сокращенная таблица показываетъ длину маятника подъ различными градусами широты.

Градусы широты.	Длина маятника въ Русскихъ линіяхъ.	Градусы широты.	Длина маятника въ Русскихъ линіяхъ.
0	389,90	52	391,31
5	389,92	53	391,33
10	389 98	54	391,36
20	390,18	55	391,40
30	390,48	56	391,43
40	390,84	57	391,46
45	391,04	58	391,48
46	391,09	59	391,51
47	391,13	60	391,55
48	391,16	65	391,68
49	391,21	70	391,80
50	391,24	80	391,96
51	391,28	90	392,02

5.) На весьма высокихъ горахъ становятся качанія маятника нѣсколько медленнѣе. Изъ сего

явствуетъ, что *тяжесть тѣлъ уменьшается вмѣстѣ съ отдаленіемъ оныхъ отъ земли*; что было также заключено и Невтономъ, но только изъ другихъ доводовъ.

6.) *Маятникъ, находящійся въ покоѣ, показываетъ со всевозможною точностію направленіе силы тяжести.* Замѣчено также, что маятникъ, повѣшенный вблизи большихъ горъ, уклоняется нѣсколько отъ отвѣснаго положенія, что служитъ яснымъ доказательствомъ притягательной силы горныхъ массъ на самый маятникъ. Точнѣйшіе наблюденія сего рода дѣлалъ Англійскій Астрономъ Масклинъ въ 1774 году, въ Шотландіи. Изъ небольшаго угла уклоненія маятника отъ отвѣсной линіи оказалось содержаніе притягательной силы горы къ таковой-же силѣ земнаго шара. Сіе дало ему возможность сдѣлать, по массѣ горы, заключеніе о всей массѣ земнаго шара. Результатъ сего розысканія состоялъ въ томъ, что масса земнаго шара около $4\frac{1}{2}$ разъ больше массы водянаго шара того-же объема. Другой весьма точный наблюдатель, Кавендишъ, нашелъ совершенно на другомъ пути розысканій оную массу еще бо́льшею. Сими выводами опровергнуто мнѣніе тѣхъ, кои полагали, что внутренность земли наполнена водою. Кромѣ вышесказаннаго можно еще сдѣлать изъ сего нѣсколько другихъ несомнѣнныхъ выводовъ относительно внутренности земли.

§ 126.

ф. 19. Если подымемъ маятникъ на извѣстный уголъ bас (ф. 19.) и пустимъ его такъ, чтобы онъ въ

самой нижней точкѣ, b, своего пути ударился объ другое какое-либо тѣло, то можно будетъ произвести симъ толчокъ, коего сила и направленіе могутъ быть опредѣлены съ надлежащею точностію. Ибо вѣсъ прикрѣпленнаго къ простому маятнику тѣла можетъ быть опредѣленъ весьма вѣрно, а по углу bac извѣстна и скорость (§ 122.), которую маятникъ имѣетъ въ b, почему въ толчкѣ маятника мы можемъ имѣть безошибочно опредѣленную движущую силу.

Сообщеніе движенія посредствомъ удара.

§ 127.

Поелику въ пространствѣ нами обитаемомъ нѣтъ вовсе мѣста, которое не было-бы занято непроницаемою матеріею, то слѣдовательно каждое движущееся въ ономъ пространствѣ тѣло безпрестанно соударяется съ другими тѣлами. А посему не льзя судить ни о какомъ движеніи съ надлежащею вѣрностію, не знавъ предварительно законовъ, по коимъ вообще всѣ тѣла сообщаютъ взаимно другъ-другу движеніе при соудареніи своемъ.

§ 128.

По § 44-му происходитъ при каждомъ соудареніи двухъ тѣлъ взаимный переходъ движенія изъ одного тѣла въ другое. Но какое количество движенія переходитъ въ семъ случаѣ, опредѣлить

вообще никакъ не льзя, ибо это зависитъ отъ множества обстоятельствъ, къ коимъ относятся: направленіе движущихся тѣлъ, ихъ форма, масса, скорость, вязкость, упругость, видъ сцѣпленія частей и проч. Если на все сіе обращать вниманіе, то теорія соударенія или толчка содѣлается весьма обширною и въ нѣкоторыхъ частяхъ довольно трудною. А потому мы должны ограничить себя здѣсь объясненіемъ только простѣйшихъ случаевъ; преимущественно центральнымъ и прямымъ ударомъ между неупругихъ и упругихъ тѣлъ. *Центральнымъ* называется толчокъ тогда, когда тѣла, до соударенія своего, движутся по прямой *линіи*, которую можно провести между ихъ центровъ тяжести, и самое соудареніе происходитъ на сей-же линіи. *Прямымъ* называется толчокъ тогда, когда соударяющіяся плоскости отвѣсны къ направленію движенія.

Изъ закона, изложеннаго въ § 44-мъ выводится правило для сихъ розысканій, состоящее въ томъ, что *алгебраическая сумма движенія отъ толчка не измѣняется*; потому, что въ силу онаго закона оба тѣла сообщаютъ и теряютъ равное количество движенія, но только въ противуположномъ направленіи. Если назовемъ сумму движенія до удара s, количество движенія, пріобрѣтеннаго однимъ изъ тѣлъ послѣ удара x, то пріобрѣтеніе другаго тѣла будетъ $-x$; а посему сумма движенія послѣ удара равна будетъ $s + x - x = s$.

Содержаніе сей статьи о сообщеніи движенія посредствомъ удара, служитъ собственно эмпирическимъ доказательствомъ закона, изложеннаго въ § 44-мъ; ибо если всѣ здѣсь показанные выводы подтвердятся на опытѣ, то оный законъ долженъ пріобрѣсть полную довѣренность.

§ 129.

Первый случай, о коемъ мы будемъ говорить нѣсколько подробнѣе, состоитъ въ соудареніи неупругихъ тѣлъ. Ибо хотя, можетъ быть, въ природѣ и не имѣется совершенно неупругихъ тѣлъ (§ 76.), однако-же не смотря на сіе, надлежитъ при теоретическомъ розысканіи обратить сперва вниманіе на дѣйствіе одного только толчка, а потомъ (уже особенно отъ перваго) на вліяніе упругости тѣлъ при толчкѣ. И такъ *если два неупругихъ тѣла столкнутся между собою, то тѣло движущееся сильнѣе, будетъ сообщать свое движеніе* тѣлу, находившемуся въ покоѣ, или движившемуся ему напротивъ, или хотя и въ одну сторону, но съ меньшею скоростію; и сіе сообщеніе движенія будетъ продолжаться *до тѣхъ поръ, пока оба тѣла получатъ равную скорость.* По совершеніи сего дѣйствіе кончится; ибо между тѣлъ не будетъ уже никакого давленія, и они будутъ двигаться съ одинаковою скоростію, составляя какъ-бы одно только тѣло.

Случай, чаще всего встрѣчающійся, и легче другихъ обсуждаемый есть тотъ, когда ударенное тѣло находилось до удара въ покоѣ. И безъ вычисленія

легко понять, что скорость, по совершеніи удара, можетъ выйдти весьма различная, и что оная зависѣть будетъ отъ содержанія обѣихъ массъ. Ибо *чѣмъ менѣе масса ударенпаго тѣла въ сравненіи съ массою ударяющаго, тѣмъ менѣе нужно силы привести ударяемое тѣло въ движеніе*, и тѣмъ менѣе измѣнится скорость ударяющаго тѣла. *Чѣмъ болѣе масса ударяемаго тѣла, тѣмъ медленнѣе должны оба тѣла двигаться* по совершеніи удара. *Если ударяемая масса чрезвычайно велика, то* хотя *движеніе* послѣ удара и не равно будетъ нулю, но для нашихъ чувствъ оно *совершенно незамѣтно*. Примѣромъ послужатъ для сего ударъ молота въ стѣну, паденіе камня на землю и проч.

Примѣчаніе. Когда массы и скорости тѣлъ до соударенія ихъ были извѣстны, то весьма легко найти скорость послѣ удара. Пусть будетъ A масса, c скорость ударяющаго тѣла, B масса, k скорость ударяемаго тѣла, которую надлежитъ брать положительною, если оба тѣла движутся въ одну сторону, и отрицательною, если они движутся одно другому напротивъ.

По сему предположенію сумма движенія до удара $= Ac + Bk$. По соудареніи оба тѣла получаютъ равную скорость, назовемъ ее x, а движимая масса равна $A + B$; и такъ сумма движенія послѣ удара $= (A + B)\, x$. Обѣ суммы должны быть равны между собою, а посему $Ac + Bk = (A + B)\, x$; слѣдоват.

$$x = \frac{Ac + Bk}{A + B}.$$

Изъ сей формулы можно сдѣлать съ надлежащею строгостію всѣ выводы, означенные въ семъ §. Если B покоилось до удара, то k = o, слѣдов.

$$x = \frac{Ac}{A + B};$$

Если масса B ничтожна въ сравненіи съ массою A, то будетъ:

$$x = \frac{Ac}{A} = c;$$

Если масса A ничтожна въ сравненіи съ массою B, то будетъ:

$$x = \frac{Bk}{B} = k.$$

§ 130.

Въ числѣ обстоятельствъ, дѣйствующихъ на измѣненіе удара, надлежитъ сперва упомянуть о вязкости тѣлъ. *Ударъ дѣйствуетъ непосредственно только на касавшіяся между собою части тѣлъ*, а поелику сіи части сжиманіемъ своимъ уступаютъ нѣсколько, то ударъ переходитъ съ сихъ частей и на прочія, и тѣмъ скорѣе, чѣмъ самые тѣла жестче и несгибаемѣе; и, на оборотъ, тѣмъ медленнѣе, чѣмъ болѣе оныя части тѣла уступаютъ. Въ послѣднемъ случаѣ тѣла сожмутся и форма ихъ измѣнится; или разобьются на бо́льшее или меньшее число частей, если сила вязкости ихъ слабѣе силы удара. Однимъ словомъ: дѣйствіе измѣняется смотря потому, жесткіе-ли или мягкіе тѣла, твердые или рыхлые, хрупкіе или вязкіе и пр. (§ 79).

§ 131.

Теперь разсмотримъ *вліяніе упругости* тѣлъ на дѣйствіе удара. Поелику части упругаго тѣла уступаютъ, то слѣдовательно онѣ сжимаются пока скорость обоихъ тѣлъ еще не уравнялась. А посему дѣйствіе, произведенное на нихъ толчкомъ, еще не прекращается по пріобрѣтеніи равныхъ обоими тѣлами скоростей, какъ то бываетъ обыкновенно при тѣлахъ неупругихъ, напротивъ того тѣла сіи, стараясь принять прежнюю форму свою, *отталкиваются* одно другимъ. Если положимъ, что совершенно упругіе тѣла тою-же силою другъ друга отталкиваютъ, какою прежде сжимаемы были, то изъ онаго послѣдуетъ, что ударяющее тѣло вдвое столько движенія потеряетъ, а ударяемое вдвое столько пріобрѣтетъ, сколько-бы они потеряли и пріобрѣли бывъ неупругими; поелику-же они несовершенно упруги, то хотя потеря и пріобрѣтеніе будутъ и больше, нежели при неупругихъ тѣлахъ, но менѣе нежели вдвое.

Примѣчаніе. Пусть будетъ масса ударяющаго тѣла A, скорость его до удара c, послѣ удара c'; масса ударяемаго тѣла B, скорость до удара k, послѣ удара k'. Еслибъ сіи тѣла были неупруги, то оба имѣли-бы послѣ соударенія скорость =

$$\frac{Ac + Bk}{A + B} = x \text{ (§ 129. Примѣч.)}.$$

и A потеряло-бы изъ скорости своей c — x. Сія

потеря удвоивается при совершенно упругихъ тѣлахъ, т. е. дѣлается $= 2\ (c - x)$, при несовершенно упругихъ только нѣсколькимъ увеличиваетъся. Пусть будетъ m число между 1 и 2, то потерю можно поставить $= m\ (c - x)$. Слѣдовательно послѣ удара у него остается еще $c' = c - m\ (c - x)$. Тѣло B, бывъ неупругимъ, пріобрѣлобы отъ удара $x - k$, при упругомъ тѣлѣ сіе пріобрѣтеніе увеличилось-бы m разъ; слѣдовательно оно пріобрѣтаетъ $m\ (x - k)$. А посему скорость его послѣ удара должна быть $k' = k + m\ (x - k)$. Если въ сихъ формулахъ, найденныхъ для c' и k', поставимъ $\frac{Ac + Bk}{A + B}$ вмѣсто x

то получимъ:

$$c' = c - \frac{m\ (c\ k)}{A + B} \cdot B\ ;$$

$$k' = k + \frac{m\ (c - k)}{A + B} \cdot A\ .$$

Сіи двѣ формулы во всеобщемъ употребленіи. Если положимъ, что $m = 2$, то тѣла будутъ приняты въ семъ случаѣ за совершенно упругіе; если положимъ, что $m = 1$, то тѣла будутъ приняты за неупругіе. Для несовершенно упругихъ тѣлъ, m должно равняться средней какой-либо величинѣ между двухъ вышеозначенныхъ, которую надлежитъ опредѣлять опытомъ.

§ 132.

Перемѣны, происходящія отъ направленія удара, еще разнообразнѣе. Мы упомянемъ только испо-

рически о законѣ, по коему каждый эксцентральный ударъ производитъ всегда круговращательное движеніе вокругъ центра тяжести, и въ какомъ случаѣ математическое опредѣленіе дѣйствія содѣлывается весьма затруднительнымъ. Впрочемъ законъ сей есть общій, и даже и тогда, когда два тѣла соединены между собою видимою или невидимою связью (напримѣръ, какою-либо притягательною силою) не можетъ послѣдовать односторонняго движенія одного тѣла вокругъ другаго; но напротивъ если одно изъ сихъ тѣлъ приведено будетъ въ движеніе, то оба начнутъ вертѣться вокругъ ихъ общаго центра тяжести. Такъ обращаются луна и земля вокругъ ихъ общаго центра тяжести; точно также вертятся всѣ планеты не вокругъ солнца, но вмѣстѣ съ солнцемъ вокругъ общаго центра тяжести всей солнечной системы.

§ 133.

О косомъ ударѣ мы приведемъ только одинъ
ф. 20. случай. Если упругій шаръ a (ф. 20.) ударится, по направленію ba, въ упругую стѣну cd, то оный отскочитъ отъ стѣны подъ направленіемъ ah, составляющимъ уголъ, равный первому. Для объясненія сего положимъ, что ba есть величина удара; разложимъ сію силу на двѣ, изъ коихъ одна, fa, параллельна стѣнѣ cd, другая-же, ea, перпендикулярна къ оной. Сила ea производитъ отвѣсный ударъ въ стѣну, коего дѣйствіе, если-бъ сила сія была только одна, состояло-бы въ томъ, что

тѣло съ таковою-же силою ae отскочило-бы назадъ по тому-же направленію; другая-же сила, fa, дѣйствуя также одна и не встрѣчая никакого препятствія, заставила-бы тѣло идти по направленію ag. А какъ шаръ сей, до удара своего, движимъ двумя силами: одною по направленію ag, а другою по направленію ae, то слѣдовательно послѣ удара онъ долженъ отскочить по направленію діагонала ah. Вообще каждый косой или эксцентральный ударъ можно подвести посредствомъ разложенія силъ подъ законы прямаго и центральнаго удара.

§ 134.

Въ § 128-мъ въ числѣ обстоятельствъ, опредѣляющихъ слѣдствіе удара, упомянуто было и о видѣ сцѣпленія тѣлъ. Если твердое тѣло движется въ жидкомъ, или жидкое въ жидкомъ, то они находятся въ безпрестанномъ соудареніи между собою. Поелику сія трудная и еще неоконченная часть теоріи относится къ жидкимъ тѣламъ, то мы упомянемъ здѣсь только, что, *сколько движущееся твердое тѣло сообщаетъ своего движенія жидкому, столько-же оно теряетъ того движенія въ самомъ себѣ.* Сіе необходимо знать для обсужденія движенія, совершающагося въ воздухѣ, или водѣ.

Колебательное движеніе и происходящій отъ того звукъ, или первые основанія Акустики.

§ 135.

Теорія звука именуется *Акустикою*. Все, что намъ извѣстно о происхожденіи звука познали мы изъ наблюденій надъ твердыми звучащими тѣлами. Вотъ причина, почему Акустика помѣщена здѣсь, а не въ слѣдъ за воздухообразными тѣлами, вопреки существовавшему донынѣ распредѣленію предметовъ Физики.

§ 136.

Каждое движеніе, уподобляющееся дрожанію, называется сотрясеніемъ или колебаніемъ (§ 111). Если воздухъ или какое-либо другое тѣло, находящееся въ непосредственномъ или посредственномъ сообщеніи съ нашимъ ухомъ, приведено будетъ внезапнымъ ударомъ въ сотрясеніе, то мы слышимъ *звукъ*. Что звукъ есть дѣйствительно ничто иное, какъ сотрясеніе или колебаніе частицъ звучащаго тѣла, можно весьма легко убѣдиться; ибо стóитъ только дотронуться пальцемъ до твердаго звучащаго тѣла, чтобы слышать колебаніе его во все время продолженія звука.

Простые примѣры вышеозначеннаго удара суть: ударъ молота, плескъ рукъ, хлопаніе бича, вы-

стрѣлъ, взрывъ, ударъ грома и проч. Звукъ, повторяющійся такъ часто, что уже мы не можемъ различить промежутковъ между оныхъ повтореній, образуетъ *тонъ*. Тонъ можетъ быть *выше* и *ниже*, смотря потому—скорѣе-ли, или медленнѣе повторяется звукъ.

§ 137.

Звукъ, доходящій до насъ отъ одного и того-же удара, можетъ быть сильнѣе и слабѣе, смотря по проводнику, чрезъ который онъ къ намъ доходитъ. *Проводникомъ звука* можетъ быть каждое тѣло, но въ различной степени. Такъ напримѣръ, густой воздухъ проводитъ лучше, нежели рѣдкій; металлы и дерево лучше проводятъ нежели воздухъ вообще.

Образъ сообщенія колебательнаго движенія.

§ 138.

Ежедневные опыты свидѣтельствуютъ, что достаточно колеблющемуся тѣлу быть въ соприкосновеніи съ какимъ-либо другимъ тѣломъ, дабы сообщить и ему таковое-же колебаніе. Такимъ образомъ приводится воздухъ и всякое другое тѣло въ колебаніе, и симъ-то колебательнымъ движеніемъ передаетъ намъ первоначальный звукъ.

§ 139.

Колебанія какой-либо части звучащаго тѣла сообщаются по всему протяженію онаго тѣла и переходятъ на другіе тѣла, касающіеся перваго непосредственно или посредственно. Ибо если часть звучащаго тѣла получила отъ удара уклоненіе въ какую-либо сторону, то она ударяетъ въ прилежащія къ ней частицы и приводитъ ихъ въ сотрясеніе, сіи частицы приводятъ въ таковое-же движеніе прилежащія къ нимъ, а сами приходятъ въ покой и т. д. такъ, что звукъ распространяется по всему протяженію тѣла во всѣ стороны съ равною скоростію, подобно волнамъ, образующимся на гладкой поверхности воды отъ брошеннаго въ нее камешка; почему сей постепенный переходъ звука круговыми линіями называется *волнами звука*, а каждый радіусъ, проведенный отъ звучащаго тѣла, чрезъ волны звука, называется *лучемъ звука.*

§ 140.

Если въ какомъ-либо отдаленіи отъ той точки, которой сообщено колебаніе, приложить ухо къ какому-либо твердому тѣлу, то звукъ слышенъ будетъ весьма громко; при чемъ можно замѣтить, что *твердое тѣло гораздо скорѣе и сильнѣе сообщаетъ звукъ* сей, *нежели воздухъ.* Чтобы удостовѣриться въ этомъ стоитъ только стать напримѣръ, на одномъ концѣ желѣзнаго моста и приложить ухо къ перилу его, то сообщенный тому

перилу ударъ, на другомъ концѣ моста, услышится вдвойнѣ: первый, гораздо сильнѣйшій, сообщится чрезъ металлъ, а второй, сообщенный чрезъ воздухъ, будетъ слышенъ гораздо позднѣе и слабѣе.

§ 141.

Сила и скорость, съ какою звукъ собщается чрезъ твердые тѣла, зависитъ отъ внутренняго устройства оныхъ. *Чѣмъ болѣе упругости имѣетъ тѣло, тѣмъ лучшимъ проводникомъ служитъ оно для звука.*

Дерево, имѣющее слои прямые и параллельные, сообщаетъ звукъ по длинѣ оныхъ весьма хорошо, а поперегъ весьма дурно. Если на одномъ концѣ бревна чертить иглою, а къ другому приложить ухо, то шорохъ этотъ весьма хорошо можно слышать; но въ поперечномъ направленіи слышно оный на весьма маломъ разстояніи.

По опытамъ Хладни оказалось, что если скорость звука въ воздухѣ принять за единицу, то она изобразится:

Въ びловѣ $= 7\frac{1}{2}$;
— серебрѣ $= 9$;
— мѣди $= 12$;
— желѣзѣ $= 17$;

въ разныхъ сортахъ дерева отъ 11 до 17.

Въ воздухѣ-же скорость звука равна 1142 футамъ въ секунду; слѣдовательно чрезъ желѣзо

звукъ проходитъ въ секунду 1142 ×17 = 19414 футамъ = $2773\frac{3}{7}$ саженямъ.

§ 142.

Если два брусочка изъ какого-либо дерева, представляющіе цилиндры, призмы или параллелопипеды, будутъ находиться одно къ другому въ вертикальномъ положеніи, и одному изъ нихъ мы сообщимъ *нормальное* (т. е. отвѣсное къ его поверхности) колебаніе, то на другой оно переходитъ въ видѣ *тангентіальнаго* (касательнаго,) колебанія и обратно. Если нѣсколько брусочковъ поставлены будутъ параллельно между собою, напримѣръ, вертикально, и чрезъ разстоянія, между каждыхъ двухъ находящіеся, соединены будутъ также брусочками, перпендикулярными къ нимъ (слѣдов. горизонтальными), то колебанія сообщенные одному которому-либо, перейдутъ и на другіе, въ томъ видѣ, который соотвѣтствуетъ ихъ взаимному положенію. Если произведемъ напримѣръ въ одномъ изъ вертикальныхъ брусочковъ тангентіальное колебаніе, то оно перейдетъ на всѣ (сколько-бы оныхъ ни было) касающіеся сего брусочка перпендикулярные или горизонтальные въ видѣ нормальнаго колебанія, а съ сихъ горизонтальныхъ на прилежащіе къ нимъ вертикальные опять въ видѣ тангентіальнаго и т. д., такъ, что всѣ брусочки, имѣющіе одинаковое положеніе, будутъ подвержены и одинаковому колебанію,

какое-бы число оныхъ ни было. Сіи результаты даютъ средство сообщать непосредственно или посредственно какому-либо тѣлу желаемое колебательное движеніе, и показываютъ намъ дѣйствіе подпорки въ скрипкахъ, соединяющей деки (оба дна) инструмента. Ибо когда верхняя дека приходитъ въ нормальное колебаніе, то это колебаніе передается подпоркѣ тангентіальнымъ, а отъ подпорки на нижнюю деку переходитъ опять нормальнымъ; и это-то дѣйствіе усиливаетъ тонъ инструмента.

§ 143.

Таковые изъ опытовъ полученные результаты могутъ служить приложеніемъ при устроеніи такъ называемыхъ *резонансовыхъ половъ*, *стѣнъ*, или *потолковъ* въ концертныхъ залахъ и музыкальныхъ комнатахъ. Въ Сан-Суси устроена съ успѣхомъ концертная зала съ резонансами, но только резонансы состоятъ тамъ изъ тоненькихъ дощечекъ, вставленныхъ въ рамки, а не изъ брусочковъ.

Всѣ вообще резонансы, гдѣ-бы оные употреблены ни были, должны находиться близъ самаго оркестра, или говорящаго лица; ибо если они будутъ далеко отстоять отъ главнаго звучащаго тѣла, то ихъ созвучіе опоздаетъ, и произведетъ *невнятность звука* или даже *отголосокъ*, о чемъ говорено будетъ въ Катакустикѣ подробнѣе.

§ 144.

Если связь частей звучащаго тѣла будетъ нарушена, слѣдовательно колебанія онаго прерываемы, *то и самый звукъ ослабѣетъ отъ того.* При томъ онъ сопровождается въ семъ случаѣ иногда *дребезгомъ*, или тому подобнымъ непріятнымъ шумомъ; что бываетъ тогда, когда части разорваннаго звучащаго тѣла соприкасаются между собою во время колебанія своего. А посему для резонансовыхъ половъ, стѣнъ и потолковъ надлежитъ брать самый сухой лѣсъ, дабы оный не могъ трескаться.

Если трещина сдѣлается въ колоколѣ, то, чтобы безъ переливанія сдѣлать его опять годнымъ къ употребленію, надлежитъ пропилить его по направленію всей трещины; дабы при колебаніи разорвавшихся частей онѣ не соприкасались между собою.

Катакустика.

§ 145

Волна звука, ударяясь о какое-либо тѣло, образуетъ въ касательной онаго тѣла точкѣ колебаніе, совершенно подобное тому, отъ котораго сама произошла. Сія касательная точка, пріемля сообщенное ей колебаніе, образуетъ также волны во всѣ около себя стороны; что называется *отраженіемъ звука.* Наука, разсуждающая объ отраженныхъ лучахъ звука именуется *Катакустикою.*

§ 146.

Волны или лучи звука отражаются отъ всѣхъ тѣлъ, но сильнѣе всего отъ упругихъ и гладкихъ поверхностей. Симъ объясняется почему въ пустыхъ домахъ, а преимущественно въ церквахъ, не имѣющихъ драпировки, обоевъ и тому подобнаго, отраженіе (слѣд. и звуки) сильнѣе, нежели въ наполненныхъ людьми, или вышеупомянутыми приборами.

Такіе мѣста усиливають значительно музыку, превращая простую мелодію (состоящую изъ нѣсколькихъ послѣдовательныхъ тоновъ) въ гармоническую піесу, въ которой каждый тонъ сопровождается слабѣйшими аккордами, т. е. созвучными съ нимъ тонами.

§ 147.

Но сіе усиленіе звуковъ имѣетъ мѣсто дотолѣ только, пока отраженные лучи звука сливаются съ первоначальными лучами; ибо въ противномъ случаѣ образуется *эхо* или *отголосокъ*. Съ довольною точностію можно принять, что ухо можетъ различить въ теченіе одной секунды восемь отдѣльныхъ звуковъ, а поелику каждый звукъ долженъ пройти путь отъ мѣста истока своего до отражающей поверхности и обратно въ $\frac{1}{8}$ часть секунды, что составитъ 142 $\frac{3}{4}$ фута (§ 141.), а въ одинъ конецъ половину того, т. е. 71 $\frac{3}{8}$ фута для образованія перваго отголоска, то слѣдова-

шельно всякое разстояніе, меньшее показаннаго, не произведетъ еще совершеннаго отголоска, а будетъ только усиливать звуки. На семъ основаніи можно дать комнатѣ или театру до 70 футовъ длины и столько-же ширины безъ всякаго опасенія, что слова говорящаго въ оныхъ, или играющая музыка будутъ невнятны. При чемъ должно еще замѣтить, что если никто изъ слушателей не будетъ далѣе отъ говорящаго, какъ на 60 футовъ, то нѣтъ нужды заботиться о внутренней формѣ комнаты; ибо звукъ такъ скоро проходитъ сіе пространство, что не будетъ замѣтно ни ложныхъ отраженій, ни невыгоднаго отголоска (§ 143.).

§ 148.

Поелику-же *театръ* на 70 футахъ длины и ширины едва вмѣститъ въ себѣ 1000 человѣкъ зрителей, то, устроивая оный на бо́льшемъ сего пространствѣ, весьма-бы выгодно было дѣлать мѣста для зрителей *постепенно возвышающимися усту-*
ф. 23. *пами* (ф. 23.); ибо тогда не будетъ слышимъ отголосокъ звука, поелику звукъ не встрѣтитъ въ одно и тоже мгновеніе такой массы, которая могла-бы отразить его замѣтнымъ образомъ для слуха; потому что онъ долженъ будетъ ударить-ся объ первый рядъ прежде, нежели дойдетъ до втораго, и отраженіе отъ перваго исчезнетъ прежде, нежели отраженіе отъ втораго успѣетъ произойти, и т. д.

§ 119.

Лучи звука, подобно лучамъ свѣта, *можно сосредоточивать въ одно мѣсто посредствомъ впуклыхъ поверхностей*, на примѣръ сводовъ, впуклыхъ стѣнъ, нишей и проч. Если напримѣръ въ элипсисѣ (ф. 21.) въ одномъ его фокусѣ, а, произойдетъ звукъ, то его лучи отразятся отъ периферіи стѣнъ въ другой его фокусъ, с, т. е. соберутся почти всѣ въ одной точкѣ, и слѣдовательно они отымутся у точекъ d, d. Но этого-то и должно избѣгать; ибо въ театрѣ, какую-бы онъ форму ни имѣлъ, параллелограмма, круга, элипсиса, или другую какую, произойдетъ всегда одинаковое количество лучей звука, которые, исходя отъ мѣста своего образованія, ударяются въ окружныя стѣны и отъ нихъ опять отражаются. И такъ если-бы мы захотѣли посредствомъ формы стѣнъ у одного мѣста отнять нѣсколько лучей, для того чтобы передать ихъ въ какое-либо извѣстное мѣсто, то сіе не иначе можетъ быть устроено, какъ съ ущербомъ другихъ мѣстъ относительно слышанія. ф. 21.

Кромѣ вышеозначенной потери лучей звука въ точкахъ d, d, происходитъ еще другая; а именно: въ томъ мѣстѣ, гдѣ лучи концентрируются, еще непріятнѣе слушателю, нежели въ прочихъ мѣстахъ. Ибо въ такомъ мѣстѣ звуки слишкомъ усилены; слышно на весьма значительномъ отстояніи отъ играющаго, или говорящаго удареніе его по клавишамъ и шорохъ его платья.

Форма совершеннаго круга имѣетъ тотъ-же недостатокъ, какъ и форма элипсиса; ибо въ оной лучи звука также концентрируются въ однихъ извѣстныхъ мѣстахъ.

§ 150.

Многіе писатели полагали самою выгоднѣйшею въ этомъ отношеніи формою для театра полукругъ, коего діаметръ былъ-бы поперечникъ сцены. А какъ пролетъ для сцены *(просценіумъ)* не можетъ быть шире 50 футовъ, ибо иначе онъ будетъ вредить освѣщенію и представитъ еще много другихъ невыгодъ, то такой полукругъ былъ бы слишкомъ малъ для вмѣщенія многихъ зрителей, почему, для полученія бо́льшаго пространства, они кругъ вытянули въ одну сторону и тѣмъ образовали двѣ *формы театровъ: элипсическую и колоколообразную*, хотя и удобныя для зрителей, но весьма невыгодныя для слушателей. По первой формѣ построены театры: въ Миланѣ, Берлинѣ, С. Петербургѣ, Москвѣ, Туринѣ, театръ Argentina въ Римѣ, della Fenice въ Венеціи, каменный театръ въ Феррарѣ, новый театръ въ Ливорнѣ, театръ Италіанскій въ Парижѣ и мног. др. По второй формѣ построены театры въ Болони, Павіи, Веронѣ, Сіенѣ и проч.

Если уже держаться формы круга, то можно-бы было заимствовать для сего форму съ развалинъ Афинскаго театра, болѣе удобную во всѣхъ отношеніяхъ, и изящную для глазъ. Въ оной мѣста для зрителей расположены въ бо́льшемъ полукругѣ,

нежели какой можно причертить къ пролету сцены, но который съ обѣихъ сторонъ отрѣзанъ по направленію боковыхъ стѣнъ сцены (ф. 22.). При сей формѣ боковыя пустыя стѣны весьма много будутъ содѣйствовать распространенію звука. Для устроенія въ театрѣ ложъ для Императорской фамиліи можно расположить согласно ф. 23, а. ф. 22. ф. 23.

Но чтобы круглыя стѣны или вообще впуклыя поверхности не концентрировали лучей въ одно мѣсто, а напротивъ того разсѣевали ихъ во всѣ стороны, надлежитъ всѣ украшенія по стѣнамъ и самыя *ложи дѣлать выпуклыми.* — Театръ можно также устроивать и между двухъ параллельныхъ стѣнъ, весьма способствующихъ распространенію звука.

§ 151.

Что относится до *залъ*, то совершенно круглая форма невыгодна, по причинѣ, изложенной въ § 149; а если такое помѣщеніе высокò и снабжено еще сводомъ, то непремѣнно долженъ произойти въ ономъ слишкомъ продолжительный отголосокъ, что особенно сильнымъ замѣчено въ церквѣ Св. Павла въ Лондонѣ, и въ пантеонѣ или ротондѣ Рима. Сей невыгоды не замѣчено однакоже въ пѣвческой залѣ Берлинской Академіи, также круглой; что должно происходить отъ разновременнаго отраженія звука; ибо окна сей залы глубокò вдались въ стѣны; а также и отъ незначительной ея высоты.

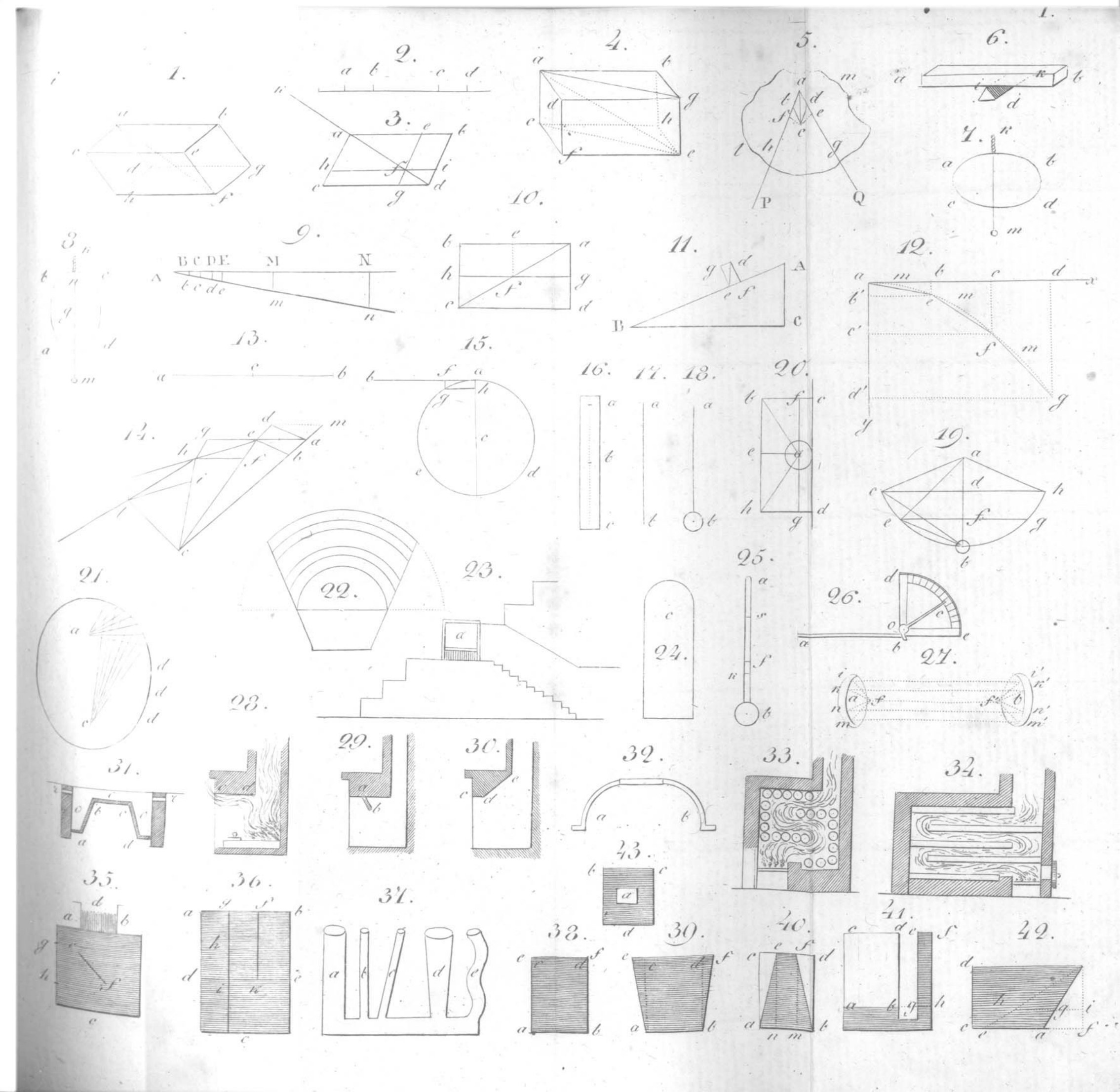
Дабы въ *комнатѣ* распространялись звуки во всѣ стороны, надлежитъ устроить ее безъ свода, или съ самымъ низкимъ сводомъ.

Для *аудиторіи* самая лучшая форма параболическая, съ параллельно оканчивающимися противуположными стѣнами (ф. 24.), замыкающимися прямою стѣною. — Нѣчто подобное можно найти въ древнихъ Базиликахъ. Говорящій въ такой залѣ долженъ находиться въ фокусѣ оной c, дабы быть для всѣхъ слышимымъ; ибо по свойству параболы, всѣ исходящіе изъ фокуса оной лучи, отражаясь отъ нея, идутъ параллельно между собою. Самый сводъ или потолокъ долженъ надъ параболою оканчиваться также параболически.

ф. 24.

Вообще надъ *оркестромъ* и за онымъ можно давать залѣ такую-же форму для усиленія музыки. Полы-же *подъ помѣщеніемъ* оркестра дѣлаются двойные (§ 142.).

Конецъ первой части.


I.
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43.